



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO
DE PRENSADO DE MICROPOROSO EN LA EMPRESA INDELAT EVA SAC,
INDEPENDENCIA, LIMA 2017-2018**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERA INDUSTRIAL**

AUTORA:

ARROYO CHUNGA, CAROL

ASESOR:

MGRT. REINOSO VASQUEZ GEORGE

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2017 - 2018

El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don (a) :


Carol Lisette Arroyo Chunga

cuyo título es:

Aplicación del Smed para mejorar la productividad en el proceso de prensado de microporoso en la empresa Indelat Eva SAC, Independencia, Lima 2017-2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:
.....11.....(número) ONCE..... (letras).

Los Olivos, 12 de Julio del 2018


.....
Mg. Leonidas Rimer Benites Rodriguez
Ingeniero Industrial
Reg. CIP. N° 188662

.....
Presidente


.....
Secretario


.....
Vocal

G. Montoya

Dedicatoria

Este trabajo de investigación está dedicado a mi familia, en especial a mis hijos: Alice, Benjamín y Axel, que son mi fuerza y motivo de lucha para conseguir este logro. A mis hijos por su inmenso amor y paciencia.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme seguir adelante, por abrir nuevas puertas para superarme como persona, profesional y como madre. También agradezco a mis padres que siempre estuvieron a mi lado con sus consejos y su apoyo incondicional, a mi esposo que siempre está para apoyarme, alentarme, dándome fuerzas para seguir adelante, es mi ejemplo de lucha y por enseñarme que en esta vida todo se puede. A mis pequeños hijos que son mis inspiraciones y me dan fuerza para no flaquear. A mis hermanos de una u otra forma me apoyan y a mis amigos, ya que todos apostaron por mí y no les defraudé.

Declaratoria de autenticidad

Yo **Arroyo Chunga Carol Lissette** con DNI N° **47148363**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 12 de Julio del 2018

Firma del tesista

Presentación:

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “**APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PRENSADO DE MICROPOROSO EN LA EMPRESA INDELAT EVA SAC, INDEPENDENCIA, LIMA 2017-2018**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniería Industrial.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad mejorar la productividad en el área de prensado, mejorando el proceso de cambio de molde de las maquinas prensas de la empresa INDELAT EVA S.A.C. Donde se desarrolla una metodología basada en el análisis, diagnóstico y las propuestas de mejora para lograr mejores indicadores de productividad. En el análisis realizado se identificó que el principal problema detectado fue los tiempos de parada de maquina altos y frecuentes en el cambio de producto.

Es por eso que se propone la aplicación del SMED (por las siglas en ingles de *Single Minute Exchange of Die*) como solución a estos problemas de tiempos improductivos se basa en separar las actividades internas de las externas, mejorarlas y estandarizar las actividades de los operarios antes durante y después de un cambio de formato.

El cual tiene como objetivo principal a cumplir es de mejorar la productividad de la empresa Indelat Eva s.a.c mejorando la disponibilidad de la maquina o prensa al reducir el tiempo en, la maquina fue eficiente y eficaz con el cumplimiento de con las cantidades planificadas y producidas, se concluye que al reducir el tiempo de cambio mecánico, teniendo como tiempo promedio de 100 minutos, tomadas meses antes de aplicar la herramienta Smed y teniendo como resultado después del evento de mejora reducir en un 30% del tiempo inicial tomado, el cual nos incrementa la productividad.

Palabras Claves: Smed, tiempo, disponibilidad, productividad.

ABSTRACT

This work aims to improve the productivity of the printing machine prensa a company Indelat Eva s.a.c. a methodology based on the analysis, diagnosis and proposals for improvement to achieve better productivity indicators developed. In the analysis carried out, it was identified that the main problem detected was machine downtimes that were high and frequent in the change of product.

That is why we propose the application of SMED (for the acronym in English of Single Minute Exchange of Die) as a solution to these problems of unproductive times is based on separating the internal activities from the external ones, improving them and standardizing the activities of the operators before during and after a format change.

Which has as main objective to fulfill is to improve the productivity of the company Indelat Eva sac improving the availability of the machine or press to reduce the time in, the machine was efficient and effective with the compliance with the quantities planned and produced, it is concluded that by reducing the time of mechanical change, taking as an average time of 100 minutes, taken months before applying the Smed tool and having as a result after the improvement event reduce by 30% of the initial time taken, which increases us the productivity.

Keywords: Smed, time, availability, productivity

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| PÁGINA DEL JURADO | I |
| DEDICATORIA | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | IV |
| PRESENTACIÓN | V |
| RESUMEN | VI |
| ABSTRACT | VII |
| ÍNDICE | VIII |
| ÍNDICE DE TABLAS | X |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | XII |
| | |
| I. INTRODUCCIÓN | |
| 1.1. Realidad Problemática | 2 |
| 1.2. Trabajos Previos | 10 |
| 1.3. Teorías relacionadas al tema | 16 |
| 1.4. Formulación del problema | 28 |
| 1.5. Justificación del estudio | 28 |
| 1.6. Hipótesis | 29 |
| 1.7. Objetivos. | 30 |
| | |
| II MÉTODO | |
| 2.1. Diseño de investigación | 32 |
| 2.2. Identificación de las Variables | 32 |
| 2.3. Población y muestra | 36 |
| 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 37 |
| 2.5. Métodos de análisis de datos | 38 |
| 2.6. Aspectos éticos | 38 |

| | |
|--|-----|
| 2.7. Desarrollo de la propuesta | 39 |
| 2.7.1. Situación actual de la empresa | 39 |
| 2.7.2. Propuesta de la mejora | 49 |
| 2.7.3. Ejecución de la mejora | 50 |
| 2.7.4. Resultados de la mejora | 77 |
| 2.7.5. Análisis económico financiero | 81 |
| III. RESULTADOS | |
| 3.1. Análisis descriptivo | 89 |
| 3.2. Análisis Inferencial | 98 |
| IV. DISCUSION | 107 |
| V. CONCLUSION | 109 |
| VI. RECOMENDACION | 111 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 113 |
| VIII. ANEXOS | |
| ANEXO N°1: matriz de consistencia | 116 |
| ANEXO N°2: Hoja de observación del tiempo | 117 |
| ANEXO N°3: observación de tiempo - Antes | 118 |
| ANEXO N°4: observación de tiempo - Después | 119 |
| ANEXO N°5: registro de indicadores de producción | 120 |
| ANEXO N°6: validación de Instrumentos | 121 |
| ANEXO N°8: Asistencia de Capacitación | 127 |
| ANEXO N°9: Pantallazo del turniting | 128 |
| ANEXO N°10: Evidencias | 129 |

INDICE TABLAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Tabla 1: | Indicadores de productos | 4 |
| Tabla 2: | Capacidad de planta | 5 |
| Tabla 3: | Capacidad por kilometraje | 6 |
| Tabla 4: | Tipo de observaciones | 8 |
| Tabla 5: | Matriz de operacionalizacion | 35 |
| Tabla 6: | Matriz de coherencia | 36 |
| Tabla 7: | Diagrama de proceso | 46 |
| Tabla 8: | Capacidad de prensado | 47 |
| Tabla 9: | Produccion diaria | 48 |
| Tabla 10: | Problemas encontrados | 51 |
| Tabla 11: | Personas que participaran en el Smed | 53 |
| Tabla 12: | Cronograma de actividades | 54 |
| Tabla 13: | Participantes de mejora | 55 |
| Tabla 14: | Plan de capacitacion | 57 |
| Tabla 15: | Relacion de maquinistas | 58 |
| Tabla 16: | Listado de herramientas | 61 |
| Tabla 17: | Cantidades de cambios por prensa | 63 |
| Tabla 18: | Actividades de cambio de molde | 65 |
| Tabla 19: | Hoja de observacion – Antes | 68 |
| Tabla 20: | Diagrama de flujo de cambio de molde - Antes | 69 |
| Tabla 21: | Diagrama de flujo de cambio de molde - Despues | 71 |
| Tabla 22: | Diagrama de flujo - Actividades Internas y Externas | 73 |
| Tabla 23: | separacion de actividades | 74 |
| Tabla 24: | Actividades paralelas | 75 |
| Tabla 25: | Actividades - Despues de la implementacion | 77 |
| Tabla 26: | Hoja de observacion – Despues | 78 |
| Tabla 27: | Plan de accion | 79 |
| Tabla 28: | Analisis de tiempo | 83 |

| | | |
|------------------|---|-----|
| Tabla 29: | Analisis de tiempos | 85 |
| Tabla 30: | Hoja de observacion de tiempo - Antes | 87 |
| Tabla 31: | Hoja de observacion de tiempo - Despues | 88 |
| Tabla 32: | Costo de inversion | 90 |
| Tabla 33: | Analisis de tiempo | 92 |
| Tabla 34: | Productividad | 94 |
| Tabla 35: | Eficiencia | 97 |
| Tabla 36: | Eficacia | 100 |
| Tabla 37 | Prueba de normalidad de productividad | 103 |
| Tabla 38: | Estadisticos descriptivos de productividad | 104 |
| Tabla 39: | Prueba de muestras Emparejadas de productividad | 105 |
| Tabla 40: | Prueba de normalidad de Eficiencia | 106 |
| Tabla 41: | Estadisticos descriptivos de Eficiencia | 106 |
| Tabla 42: | Prueba de muestras Emparejadas de Eficiencia | 107 |
| Tabla 43: | Prueba de normalidad de Eficacia | 109 |
| Tabla 44: | Estadisticos descriptivos de Eficacia | 109 |
| Tabla 45: | Estadisticos descriptivos de Eficacia | 110 |

INDICE GRAFICOS

| | | |
|-------------|---|----|
| Grafico 1: | Comparativos kilos producidos Vs kilos vendidos | 4 |
| Grafico 2: | Diagrama de Ishikawa | 7 |
| Grafico 3: | Observacion de tiempos muertos | 9 |
| Grafico 4: | Area de pesado | 41 |
| Grafico 5: | Bambury – Maquina | 42 |
| Grafico 6: | Molinos – Maquinas | 43 |
| Grafico 7: | Area de prensado | 44 |
| Grafico 8: | Espacio de planchas | 45 |
| Grafico 9: | Layout del area de prensado | 50 |
| Grafico 10: | Leyendo del Layout | 51 |
| Grafico 11: | Reunion de encargados de la mejora | 56 |
| Grafico 12: | capacitacion de los maquinistas | 58 |
| Grafico 13: | Area de Induma | 59 |
| Grafico 14: | Caja de herramientas - Induma | 59 |
| Grafico 15: | Herramientas a emplear | 60 |
| Grafico 16: | Nueva caja de herramientas | 62 |
| Grafico 17: | Posicion de las herramientas | 62 |
| Grafico 18: | Capacidad de cambios de molde | 64 |
| Grafico 19: | DOP de las actividades de cambio de molde | 66 |
| Grafico 20: | Capacitacion de actividades multiples | 70 |
| Grafico 21: | Cambio de molde | 72 |
| Grafico 22: | Actividades paralelas | 75 |
| Grafico 23: | DOP - Despues | 82 |
| Grafico 24: | Aumento de la Productividad | 84 |
| Grafico 25: | Tiempo de cambio de molde | 86 |
| Grafico 26: | Juego de herramientas a emplear | 89 |

| | | |
|-------------|-----------------------------|-----|
| Grafico 27: | Tiempos de cambio de molde | 93 |
| Grafico 28: | Aumento de la productividad | 96 |
| Grafico 29: | Aumento de la Eficiencia | 99 |
| Grafico 30: | Aumento de eficacia | 102 |

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Muchas de los desarrollos innovadores se muestran desde el inicio del nuevo siglo, donde se vieron involucrados por el desarrollo de los procesos de manufacturero en el mundo global de las industrias. Los métodos de trabajo, las innovaciones, las herramientas, la globalización industrial con las mil y una maneras de conseguir información, este se ha visto envuelto por los conocimientos que muchas empresas están logrando para alcanzar un nivel de autenticidad propia de cada empresa, donde sus reservas de operacionalización deben quedar solo en conocimiento interno. Es por ello que lo más relevante para toda empresa es únicamente ser capaz de existir y avanzar en el mundo actual tan competente e innovador. Las industrias deben, para ello, saber compensar a las perspectivas del mercado o del cliente. Todos los diseños de fabricación de los productos que los clientes desean con el nivel de calidad que requieren, por un precio accesible y a cuenta del mercado.

La gran mayoría de las empresas industriales, comerciales y de servicio se encuentra en reestructuración para saber actuar más eficazmente en un mundo cada vez más innovador. Por otro lado, la capacidad en costos de fabricación, incrementa bajo una capacidad de planta restringida, esto se ve enfocado en el resultado final de toda producción, incluyendo los estándares de tiempos equitativos. Entonces la única dirección que una empresa debe estar enfocada para que pueda crecer y aumentar su rentabilidad, es aumentando su productividad. Por lo tanto, el incremento de la productividad se enfoca con el aumento en la producción. La medida principal que origina una mayor productividad es la utilización de metodologías de mejora de procesos.

En el Perú las empresas priorizan su inversión en mejora de eficiencia en sus operaciones. Las Empresas más reconocidas del Perú en el 2016, el 45% de los empleadores encuestados, nos muestran que sus empresas llevan como registro un crecimiento superior al 10% en el 2017.

La mejora de la eficiencia sigue predominando en el primer lugar de formación básica dentro las inversiones para los siguientes meses o años que las empresas encuestadas visualizan obtener, con el objetivo de la encuesta las empresas más reconocidas del Perú 2017, que organizan PwC y la revista G de Gestión.

El mejorar las actividades de procesos de todo negocio, de forma rápida y de bajo costo. En un mundo tan innovador y globalizado, la mejora de la productividad se efectúa logrando muchos avances de innovación, competitividad y tecnológico tan importante, que logra generar una mejor eficiencia en las operaciones. Entonces nos veremos enfocados en otras prioridades como lo es la inversión, de las empresas peruanas es el incremento de clientes que pueda lograr su confianza y aceptación, es por ello que el mejor servicio debe ser al cliente y la implementación de nueva tecnología en la empresa que ayude a la competitividad.

El presente proyecto se desarrolla en la empresa Indelat Eva s.a. Se encuentra ubicada en Independencia, Jr. Pablo Olavide, es una empresa dedicada a la fabricación de planchas de caucho y microporoso, el cual su objetivo principal es atender los despachos en las fechas programadas y brindar servicio de calidad para la satisfacción de sus clientes con productos innovadores cubriendo la demanda del mercado y calidad del producto, los materiales fabricados dentro de la empresa IndelatEva son los compuestos de caucho; sellos e suelas y microporoso.

Por lo que, para encontrar nuestra realidad problemática de la empresa se realizó un respectivo estudio para poder identificar el punto importante a trabajar, se rindió una investigación detallada de toda la producción de inicio a fin. Es por ello, que tomamos como referencia a los siguientes datos, que son registros históricos de producción y despachos del segundo trimestre del año, el cual nos ayudara a identificar cuál de las líneas de producción es más representativa para la compañía.

Encontrando así, el mayor déficit para aplicar la mejora correspondiente que es la aplicación de la herramienta Smed dentro de la empresa para mejorar el proceso de producción. Por ende, se presentará en el siguiente cuadro los registros históricos del primer trimestre de los tres productos a fabricar dentro de la empresa. Donde observaremos las cantidades de fabricación y de producción, que obtiene más demanda para el mercado nacional e internacional.

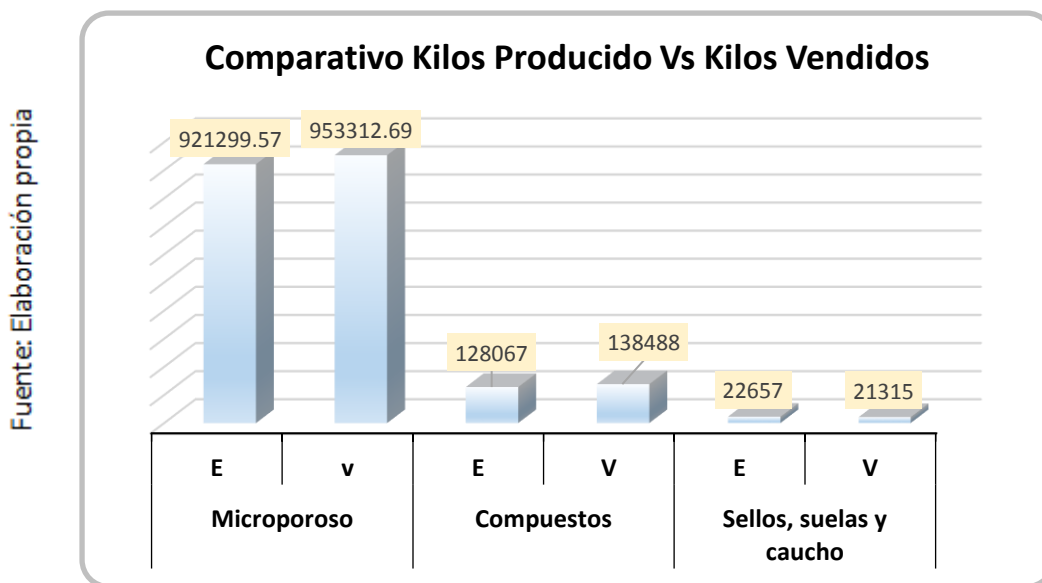
Tabla 1: *Indicadores de productos*

| | Microporoso | | Compuestos de caucho | | Sellos y suelas | |
|-------|-------------|-----------|----------------------|---------|-----------------|---------|
| MES | ELABORADO | VENDIDO | ELABORADO | VENDIDO | ELABORADO | VENDIDO |
| ABRIL | 370155.65 | 390435.76 | 47067 | 50627 | 11161 | 11100 |
| MAYO | 283567.7 | 289988.81 | 38332 | 41747 | 4774 | 4800 |
| JUNIO | 267576.22 | 272888.12 | 42668 | 46114 | 6722 | 5415 |
| total | 921299.57 | 953312.69 | 128067 | 138488 | 22657 | 21315 |

Fuente: elaboración propia

Observamos mediante la tabla antes mencionada que nuestros tres productos marcan una gran diferencia de producción entre las líneas de microporoso, compuesto de caucho y toda la línea de sellos y suelas. Para generar una mejor idea mostraremos un gráfico de comparativo de cada producto.

Grafico 1: comparativos kilos producidos vs kilos vendidos



Representación gráfica de los tres insumos producidos en la empresa IndelatEva

Como se puede observar en la tabla, dentro del gráfico, la línea de producción con mayores ingresos para la compañía es la línea de planchas de microporoso que para una producción final

y principal se es elaborado en el área de prensado donde se producen todo tipo de planchas de microporoso, ya sea forma, tamaño grosor, dureza, entre otros. Entonces el índice que indica como segundo lugar es la elaboración de compuestos de caucho que se utiliza para abastecer a Indelat Sac, el compuesto de caucho es especialmente para la fabricación de piezas de caucho para el sector minero, y como tercer índice la producción de sellos y suelas que es la línea con menor aporte a la compañía, pero su participación es esencial ya que son complementos de los productos fabricados y a la vez tiene requerimientos externos a la compañía.

En la tabla 2 se puede observar las capacidades de cada línea de producción, desde que inicia toda la línea de producción (preparación de materia prima) hasta donde termina (producto final) y en donde se tiene el cuello de botella por la cantidad de kilos producidos o laborados.

Tabla 2: *capacidad de planta*

| AREAS | | MAQUINAS | N° DE TRABAJADORES X MAQUINA | HORAS LABORABLES POR MES | TOTAL DE PESADO | N° TURNOS |
|----------|------------|----------|------------------------------|--------------------------|-----------------|-----------|
| PESADO | BALANZAS | 2 | 1 | 200 | 20 000 | 1 |
| MOLIENDA | BAMBURY | 1 | 1 | 200 | 25 385 | 2 |
| | MOLINOS | 3 | 1 | 200 | 25 385 | 2 |
| LAMINADO | MOLDEADORA | 1 | 1 | 200 | 25 385 | 2 |
| PRENSA | PRENSAS | 6 | 1 | 200 | 22 896 | 2 |

Fuente: *Elaboración propia*

Entonces observamos una vez más que el área que tiene más concentración de kilos a producir y maquinas a trabajar es el área de prensado. Es por ello, que la capacidad de prensado se calcula teniendo en cuenta la cantidad de máquinas y es la suma de la capacidad de cada una de ellas, teniendo en cuenta que contamos con 6 prensas, dentro de las cuales trabajan con diferentes moldes y cada molde opera con diferentes medidas de peso y diferentes tiempos de producción, dando como peso mínimo de 8kg a un peso máximo de 24.5 kg. Por lo cual nos da como un resultado de producción de 22 896 Kg por día aproximadamente, si se mantiene estable el proceso de fabricación.

El área de prensado de la empresa IndelatEva cuenta con unas actividades a realizar donde se logra evaluar a cada maquinista y su rendimiento respectivo para sus funciones, como se puede

observar, la prensa que tiene el menor número de molde y de menor producción es la prensa número 6, por la cual tomaremos como prueba a prensa en mención, con el cual lograremos implementar la herramienta Smed. En el siguiente grafico se darán cuenta de las cantidades de moldes obtenidas por prensa, y un aproximado máximo de peso por cada una de ellas.

Tabla 3: *capacidad por kilometraje*

| PRENSA | Nº MOLDES | Nº CICLOS POR TURNO | TOTAL PLANCHAS POR DIA | PESO POR PLANCHA | TOTAL PESO |
|------------------|-----------|---------------------|------------------------|------------------|------------|
| Cap. Pr. 06 (kg) | 3 | 50 | 300 | 8 | 2400 |
| Cap. Pr. 07 (kg) | 4 | 70 | 560 | 12.3 | 6888 |
| Cap. Pr. 08 (kg) | 4 | 70 | 560 | 12.3 | 6888 |
| Cap. Pr. 09 (kg) | 4 | 25 | 200 | 26 | 5200 |
| Cap. Pr. 10 (kg) | 4 | 35 | 280 | 14 | 3920 |
| Cap. Pr. 11 (kg) | 4 | 35 | 280 | 24.5 | 6860 |
| | | | | | 32156 |

Fuente: *Elaboración propia*

Entonces, una vez visto u hallado el problema se procederá a realizar la investigación para la aplicación de la herramienta Smed, con el objetivo de lograr aumentar la productividad del proceso de prensado se han comprado moldes completos, porque no se cumplía con los tiempos de entrega a los clientes, por ejemplo, si se tenía que despachar 105 planchas de un producto que solo se contaba con un solo molde, mientras que en otros modelos contamos hasta con 4 moldes. Esta reacción a la adquisición de nuevos moldes ayuda a reducir los tiempos de entrega en un 77%. Sin embargo, los tiempos cuando se tienen programados 150 planchas por día, un cambio de molde o matriz nos reduce la disponibilidad de tiempos de prensado, ya que cambio de molde de una prensa de 1 modelo se demora en un rango superior a 1 hora. El cual nos afecta directamente la eficiencia y productividad. Pero estos tiempos que se realizan por una empresa terciaria se puede reducir aplicando Smed y logrando aumentar la producción e incrementando la productividad.

A continuación, con la ayuda de herramientas de ingeniería analizaremos los problemas más significativos que se presentan en el área de prensado y de esta manera buscar la manera de

eliminarlos o reducirlos lo más posible. Es por ello que por medio del grafico de Ishikawa daremos en mención las problemáticas observadas dentro del área.

Grafico 2: Diagrama de Ishikawa

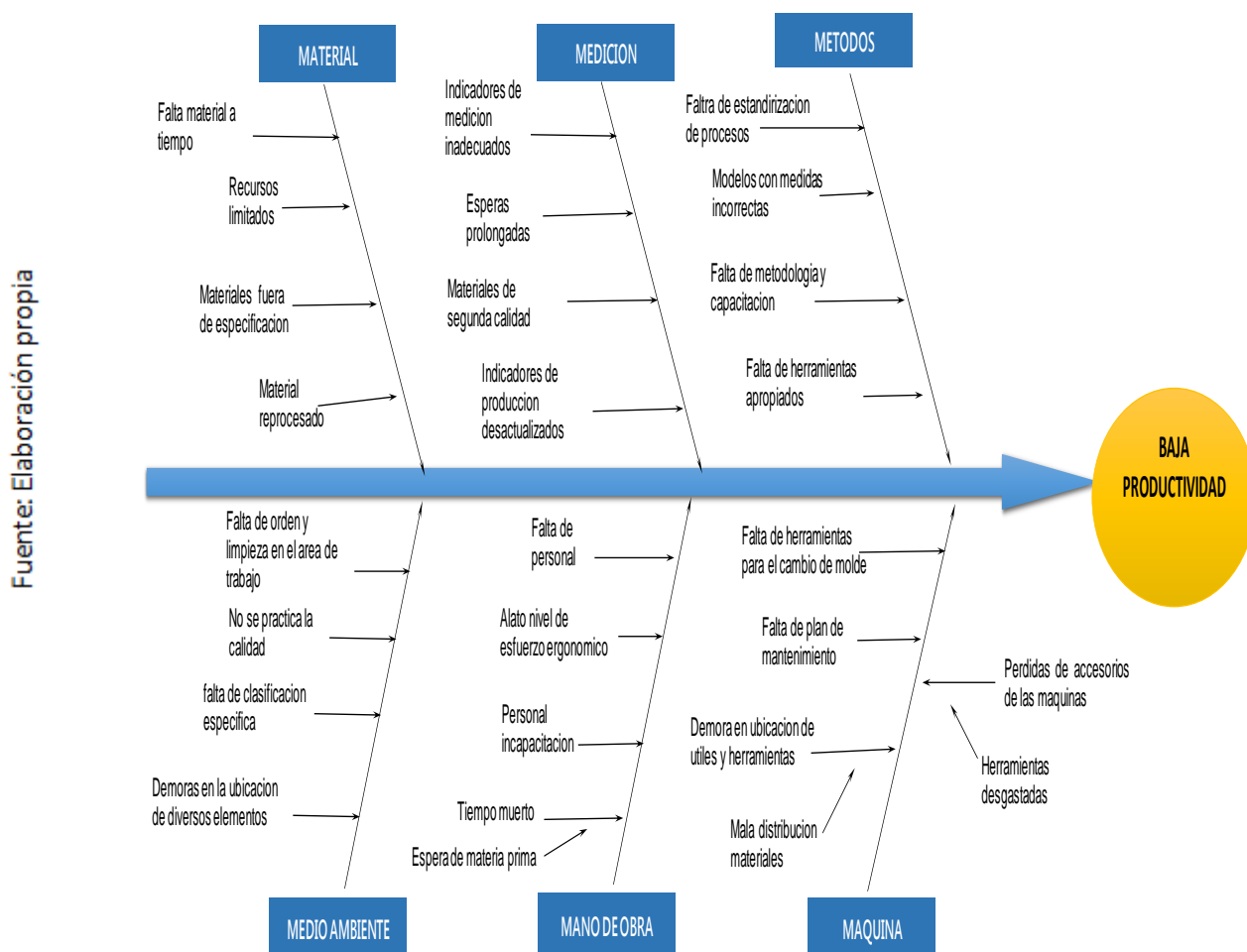


Diagrama del pescado para hallar la causa efecto de la problemática principal

En el Diagrama de Ishikawa, analizaremos las seis etapas primordiales para obtener los datos de causa y efecto. Por lo que, observamos paulatinamente y analizamos cada punto, y obtenemos como resultado que nuestra mayor problemática están en la etapa de métodos y mano de obra, donde decimos que, como principal causa, es la generación de tiempo por cambio de molde que genera una menor producción de planchas de microporoso dentro del área de prensado, cada

uno de estas causas fueron recopiladas y validadas por datos y registros encontrados y observados dentro del área.

A continuación, la representación del cuadro 4 se realiza el grafico Pareto para poder observar el problema que nos demanda mayor tiempo muerto, el cual nos reduce la capacidad de máquina y se deja de producir. Para lograr ver el problema frecuente analizaremos cada punto del cuadro en mención, por lo que toda la investigación y estudio de los problemas y tiempos que se tomó fue aproximadamente en un mes. Donde damos una lista de los problemas encontrados según el tiempo que genera una baja producción.

Tabla 4: *Tipo de observaciones*

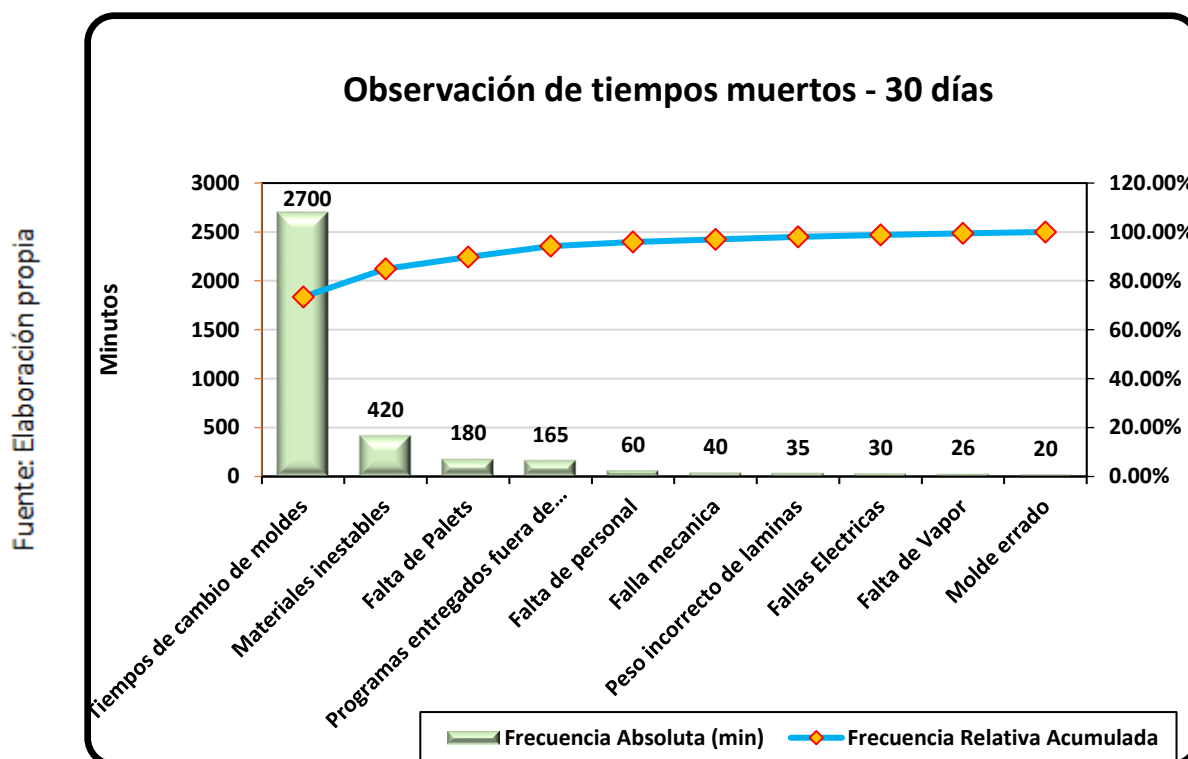
| Ítem | Problemas | Frecuencia Absoluta (min) | Frecuencia Absoluta Acumulada | Frecuencia Relativa | Frecuencia Relativa Acumulada |
|------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| 1 | Tiempos de cambio de moldes | 2700 | 2700 | 73.45% | 73.45% |
| 2 | Materiales inestables (defectuoso) | 420 | 3120 | 11.43% | 84.87% |
| 3 | Falta de Pallets | 180 | 3300 | 4.90% | 89.77% |
| 4 | Programas entregados fuera de hora | 165 | 3465 | 4.49% | 94.26% |
| 5 | Falta de personal | 60 | 3525 | 1.63% | 95.89% |
| 6 | Falla mecánica | 40 | 3565 | 1.09% | 96.98% |
| 7 | Peso incorrecto de laminas | 35 | 3600 | 0.95% | 97.93% |
| 8 | Fallas Eléctricas | 30 | 3630 | 0.82% | 98.75% |
| 9 | Falta de Vapor | 26 | 3656 | 0.71% | 99.46% |
| 10 | Molde errado | 20 | 3676 | 0.54% | 100.00% |
| | Total | 3676 | | 100% | |

Fuente: *Elaboración propia*

Como se puede observar en el grafico 3, el problema con mayor tiempo encontrado que genera una baja producción es el tiempo de cambio de molde. Por lo que opto a desarrollar la aplicación del SMED. Uno de los motivos por el cual se optó por la aplicación del Smed como variable principal es para reducir tiempo y procesos innecesarios como desperdicios de cada material, la herramienta SMED que, a su vez, se ve plasmada dentro de la filosofía de reducción de tiempos

muestrados, que hoy en día es un término muy empleado por la gran mayoría de empresas que se encuentran en problemas con sus maquinarias y sus tiempos de fabricación.

Grafico 3: *Observación de tiempos muertos*



Índices de la problemática encontrada en la empresa IndelatEva

La reducción de tiempos muertos o actividades innecesarias, nos otorgaran un mayor resultado en la productividad dentro de los procesos de producción, desde el inicio de la producción y puesta en marcha hasta la salida del producto hacia el mercado o cliente, la entregas de producto dentro de los plazos establecidos generara un mayor satisfacción hacia el cliente, esto nos demuestra que dentro de la elaboración del producto o dentro de los procesos de producción no se encuentra daño alguno ya que el proceso se vería estable.

Por ende, se debe tener en cuenta la presente frase: “El tiempo vale oro”, dado que el día a día surgen miles de diseños o productos innovadores y factibles para todo tipo de mercado, industrial, comercial y de servicio. Es por ello, que toma un mayor enfoque desde el punto de vista productivo, es por ello que se empleara en el presente trabajo de investigación la aplicación

de la herramienta Smed, lo cual se lograra disminuir el tiempo de cambio de molde de la máquina ya expuestas, el cual aumentara la disponibilidad del tiempo para producir más; se quiere lograr la reducir el tiempo muerto en el cambio de molde, para mejorar la productividad de la empresa, por lo cual se realizó un estudio de la actual situación y se vio la necesidad de tener que aplicar el uso de la herramienta SMED, por el cual lograremos un cambio significativo en el ahorro de tiempo por el cambio de molde o pedido en un menor tiempo.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Antecedentes

La aplicación de la herramienta SMED se ve realizada mediante el avance de la presente investigación, ya que sirvió de mucha ayuda para el desarrollo del presente estudio.

- CUCH Cab (2007). Aplicación del smed en la fabricación de envases aerosoles. Tesis (Ingeniero Industrial). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería (175p.)

El objetivo de la presente investigación es la aplicación de la herramienta smed dentro de la fabricación de envases aerosoles, nos demuestran los puntos de procesos donde se encuentran las actividades innecesarias, por lo que se tuvo que reducir el tiempo en los cambios de procesos realizados en una línea de producción en serie. Este paso puede ser aplicados en cualquier industria.

En conclusión, aumenta la productividad al reducir tiempos cuando se aprovecha al máximo el desempeño humano y el uso de las máquinas en función del tiempo. El estudio es importante para el análisis de operaciones, por lo que simplifica, mejora o modifica los procesos que están involucrados durante el cambio de herramentales. Entonces podemos decir, que al aplicar la herramienta del smed dentro de la fabricación de envases aerosoles, departamento de ensamble, se logró reducir el tiempo de cambio de molde de 50 a 30 minutos, un tiempo en promedio real, por lo que, el tiempo se redujo en un 65% lo cual fue considerable para la Compañía Crown Cork de Guatemala S.A. logrando obtener un ahorro en su costo de fabricación para el año 2,006 de Q87, 720.55. Consecuentemente un ahorro de Q102, 724.56 a partir del año2006.

- ROMO PALMA (2009). Aplicación de la técnica SMED para Set Up de cambio rápido en línea Lamination de la empresa PROMASA S.A. Planta Puertas. Tesis (Ingeniero Civil Industrial). Suroeste de Chillán, Chile: Universidad del Bio-Bio, Facultad de Ingeniería (124 p.)

Muestra que el objetivo del su estudio se relaciona con el desarrollo del proceso productivo de la línea Lamination de la empresa Promasa. Aplicando la herramienta del Lean Manufacturing o Manufactura esbelta llamada SMED (Single Minutes Exchanged of dies). Teniendo como objetivo la disminución de tiempos de cambio de herramienta, a la vez poder incrementar la competitividad para lograr aumentar la producción, proporcionar mejoras disminuyendo los costos de operación, agrupando técnicas sencillas que hagan posible la efectividad de trabajo en forma más ordenada y fácil de trabajar.

En conclusión, la aplicación de la herramienta Smed basado en la enseñanza de Roma, se desempeña únicamente en la aplicación del smed en los equipos, donde se obtuvo un buen resultado, por lo que en cada máquina se logró reducir los tiempos muertos por cambio de herramientas en más del 55 por ciento del tiempo, a comparación de antes de implementar la herramienta del lean manufacturing.

- ESPEJO Ruiz (2011). Aplicación de la herramienta smed como una técnica de mejora en la productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura. Tesis (ingeniería técnica industrial). Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya (139p.)

El objetivo de este trabajo, enseña que la aplicación de herramientas y técnicas del smed mejora la productividad de la empresa o en una planta de fabricación automática de artículos de escritura. La forma de trabajo ocupa como parte fundamental de toda su dedicación que obtuvo que como trabajador logro acumular, durante todos los años de servicios hacia la empresa. Es claro que los resultados obtenidos fueron positivos y primordiales para la empresa para alcanzar el objetivo esperado.

En conclusión, este proyecto logro obtener el objeto deseado, ya que se disciplinó paso a paso para lograr así su mayor resultado, uno de sus pasos iniciales fueron el tener establecidas las direcciones de cambio de filosofía y que además de confortable y necesario

para un trabajo en equipo y un mejor manejo diario de cada forma empleada en el uso de herramientas destinadas a la mejora para así poder ser establecidas.

- VÁSQUEZ MOSQUERA (2011). Propuesta de un plan para la aplicación del smed en el área construcción de llantas de camión radial de la empresa Continental Tire Andina S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Isabel La Católica, Quito DC, Ecuador (190 p.)

Enseña que como objetivo de la presente tesis ha sido hacer un plano detallado en la utilización de la herramienta smed para realizar un estudio considerado del área a trabajar de la empresa Continental Tire Andina S.A. que se encuentra dentro del rubro de la fabricación de llantas de camión radial, y dentro de esta área, con una labor detallada como nos indica, que es el cambio de herramientas y materiales de la máquina, cuando se finaliza la producción de un proceso para iniciar la producción de otro nuevo proceso con sus respectivas indicaciones.

En conclusión, los cambios de herramientas u materiales de las maquinas son las que se representan en un 20% del total de tiempos deseado para la producción, por ende, nos indica que durante el proceso de producción en el que se dispone de 40,000 minutos para producir, los 6,000 minutos se están empleando para realizar cambios de materiales en la máquina.

- GONZALES C. (2007). Análisis de cambio de programación desde la perspectiva de la metodología “SMED” (cambios rápidos de preparación) en una empresa fabricante de empaques de cartón corrugado. Tesis (ingeniero industrial y de sistemas). Navojoa, Sonora: Instituto Tecnológico de Sonora, Facultad de Ingeniería (87 p.)

El presente trabajo de investigación muestra la situación problemática, por ende, el objetivo principal es intervenir en el área donde se enfoca el mayor tiempo muerto que se obtiene durante un cambio de programación, por lo que induce a establecer como resultado el tener fuertes cantidades de inventarios generando problemas de entrega y pérdida de materiales por vencimiento. Dando como déficit, un problema para la calidad del producto terminado. Por lo tanto se ha determinado el enfoque de un sistema, utilizando menos recursos para la obtención de los mismos resultados a través de los sistemas de manufactura, los cuales se necesita realizar durante la etapa de aplicación de la herramienta Smed, que es el enfoque a la reducción de tiempo y costo durante los cambios de programación, los pasos para la

disposición de las tintas es una de las primordiales problemáticas en medio de los cambios de programa, en la mayoría de las máquinas impresoras. Durante la aplicación de la herramienta Smed se pudo identificar las actividades que se requieren hacer, para que el operario a cargo, por el cambio de tintas de las impresoras no se tenga tiempos muertos durante los cambios de pedidos, observando e identificando oportunidades de mejora la actividad realizada.

En conclusión, muestra que el resultado final, después de implementar la herramienta Smed, obtuvo como resultado un enfoque de (265.2 minutos al mes) * (25.22 costo por minuto) = S/. 7151.3 y al año S/. 84740,00 que se obtuvo por la reducción de tiempo en la preparación de tintas, de la misma manera los tiempos obtenidos en la ubicación de los materiales, con un ahorro de S/. 4703.4 al mes y al año se tendría un ahorro de S/. 56530. obteniendo un total en tiempo ahorrado expresado en ganancia anual de S/.142570.99.

- ALVAREZ y JARA (2012). Análisis y mejora de procesos en una empresa embotelladora de bebidas rehidratantes. Tesis (Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería (106p.)

Muestra que el objetivo del presente trabajo es analizar los problemas más frecuentes dentro del proceso de producción, los cuales nos da como resultado que existe un tiempo muerto por paradas de planta y la obtención de mermas en la fabricación de cada botella en un alto porcentaje perdida, como en las tapas, y etiquetas. Para los casos presentados, se utilizó la herramienta smed para obtener la reducción de tiempos muertos durante el cambio de materiales, de la misma manera se espera mejorar todos los pasos vinculados a la eliminación de tiempos muertos por traslados de herramientas, tomando en cuenta un plan de mantenimiento de los equipos, y un plan de capacitación para los operarios; logrando reducir satisfactoriamente el tiempo de paradas en más de un 50%.

En conclusión, al obtener un máximo tiempo de actividades innecesarias o paradas en la producción, de la que es un aproximado de 1 hora diaria, la herramienta en mención fue útil para lograr analizar el cambio de modelo de herramienta, considerando de esta forma al SMED y a los planes de mejora son que se veían venir, como: la eliminación del tiempo por traslado de herramientas y equipos para conseguir la información necesaria para la

producción de la línea de bebidas de 500 ml o 750 ml, con un plan de capacitación para los operarios.

- MEJÍA C. (2013). Análisis de mejora para el proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura Esbelta. Tesis (Ingeniería industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería (119 p.)

Enfoca como objetivo, mejorar la eficiencia de cada línea de confección de ropa interior dentro de una empresa textil. Se desarrolló una herramienta basada en el diagnóstico, propuestas y análisis de mejora para lograr un máximo indicador de eficiencia.

Por ende, llego a la conclusión que gracias a la implementación de la herramienta SMED podemos conocer detalladamente el proceso de operatividad de cada máquina y su respectiva puesta en marcha de una línea de confecciones de ropa interior, tanto en sus procedimientos operativos como de seguridad y calidad. Entonces la Implementación es viable para realizar el proceso de fabricación del algodón dentro del área de confecciones con un VAN FCE de S. / 34743.62 >0 y una TIR FCE de 33%.> COK.

- TORRES G (2014), Rubén. Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica. Tesis (Ingeniería industrial). Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de ingeniería (143 p.)

El objetivo principal de su tesis de investigación comienza con un enfoque de la empresa en estudio, desde la formación del producto hasta el despacho como un producto terminado con el principio de “hacer más con menos” logrando un valor a los procesos y al producto, las actividades necesarias para la producción de pernos y los pasos principales existentes como los indicadores de desempeño empleados. Luego de establecer como prioridad algunos procesos productivos, se indicó a enfatizar las herramientas de manufactura esbelta 5S's y la herramienta SMED, que se complementan y enfatizan importancia, para así poder intervenir con la eliminación de la problemática presentada en la empresa.

En conclusión, para obtener la certeza en la interacción entre las técnicas empleadas como la herramienta de manufactura esbelta 5S's y la herramienta SMED. Se logró la optimización de tiempo y recurso en la realización del estudio de las máquinas con mayor

problema dentro del proceso de fabricación; logrando determinar el tiempo disponible de producción de cada equipo obteniendo una mayor satisfacción en la producción logrando incrementar la eficiencia.

- PALOMINO ESPINOZA (2012), Aplicación de la herramienta del Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica Del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería (108 p.)

El objetivo de investigación, se enfoca a la mejora de la eficiencia del proceso de envasado dentro de la planta de fabricación de lubricantes. Se emplea un análisis o diagnóstico y las ideas de mejora para lograr obtener indicadores de eficiencia.

En conclusión, el uso de la aplicación del estudio en lean Manufacturing apunta al proceso de lavado, brindándonos una reducción del 65% del tiempo de que se empleara en los procesos actuales. Logrando un mejor nivel de producción y tiempos de despacho de pedidos.

- BENJAMÍN T. (2011). Aplicación de un método visual para el análisis y la evaluación del nivel de productividad en la fabricación industrial basado en la variación del flujo de valor. Tesis (Doctoral). Langenau, Alemania: Universidad Nacional de Educación a Distancia Escuela Técnica superior de Ingenieros Industriales, (193 p.)

Muestra que, como objetivo de su trabajo, se concentra en la medición, el análisis y la evaluación de la productividad en más de un proceso de fabricación industrial. Las personas a cargo de la fabricación industrial deben ser necesarios para todo método estar preparados para poder enfatizar y resolver todos los problemas presentados.

Lo que se pretende, en conclusión, es encontrar un método esencial que ayude no solo al personal relacionado con la fabricación a demostrar la mejora en más de un proceso, sino también que comprendan el proceso de cambios en toda la fabricación. Además, se efectúa a encontrar una forma de identificar más rápidamente posibles mejoras para los procesos a futuro.

1.3. Teorías relacionadas

1.3.1. SMED

- De acuerdo a Reivalds (2014) sustenta que la herramienta SMED es un método efectivo empleada para estudiar y analizar los problemas dentro de las operaciones directas e indirectas dentro de un proceso, obteniendo como resultado un mejor método de trabajo, teniendo como resultado la eliminación de tiempos u operaciones innecesarias, aumentando así la productividad por unidades de tiempos (p.3).
- ALVAREZ R (2012). Se enfoca al análisis de los problemas más frecuentes dentro del proceso de producción, por el cual se diagnosticó que nos muestra como realidad el tiempo excesivo por paradas de planta, también se encontró un alto porcentaje de mermas de las botellas, tapas, y etiquetas. Al enfocarnos al primer caso, se empleó un análisis para hallar una reducción de tiempos muertos durante el cambio de enfoque en el proceso, así mismo, se presentan como técnicas relacionadas para la eliminación de tiempos, la herramienta smed, agregando un plan de capacitación para los maquinistas; de esta manera se logra reducir el tiempo muerto por paradas de procesos dentro de la planta en un 52%.

Por lo tanto, al encontrar el tiempo de paradas en la planta de producción, por la que nos da un aproximado de 30 horas mensuales, al emplear la herramienta smed para analizar las propuestas de mejora son: la eliminación del tiempo incurrido por traslado de herramientas, y equipos para determinar la altura y/oposición requerida para la producción de las bebidas de 500 ml o 750 ml, y un plan de capacitación para los maquinistas.

- MEJÍA C, (2013). Muestra mejorar la eficiencia de las líneas producción para la confección de prendas íntimas de una empresa textil. Se empleó una metodología únicamente expresada en el análisis y mejora, el diagnóstico y las propuestas de mejora para obtener mejores resultados en eficiencia. La implementación de la herramienta smed nos permite saber al detalladamente el proceso de operación y puesta en marcha, en todo tipo de proceso de producción, en nuestro caso, en una línea de confecciones. Enfocándose desde sus procesos de producción, como de calidad y seguridad.

Por lo que la Implementación es viable para aplicar en la empresa textil, ya que logro mejorar muchos de sus puntos de falta operatividad generando una baja eficiencia, por ello al realizarse en la línea de algodón del área de confecciones para la familia de productos M003, M012 y M016 con un VAN FCE de S. / 4 543.62 >0 y una TIR FCE de 36%.> COK.

- Por otro lado, Garcia (2009) nos enseña, que la herramienta SMED nos permite obtener un mayor avance reduciendo el tiempo muerto o tiempo de ocio (pag, 18).

La herramienta smed, está enfocada a la integración de la maquina con el trabajador de cada proceso de producción, es el enfoque ético que cada persona en su cargo específico debe verse involucrando, para que de esta manera obtengamos un mayor manejo en identificación de cada parado o tiempo muerto de la maquina o de cada proceso, para identificar y detectar a para una mejor productividad.

De la misma forma podemos decir, que dado al tiempo de una preparación de maquina o el tiempo que se emplea al cambio de formato comprende un cambio de matriz, herramienta y/o modelo, añadido en todas las actividades que se requieran para completar dicho proceso.

- Según HERNANDEZ (2014), define “que todo tiempo de cambio de un molde se calcula desde el tiempo del producto A hasta el término de del producto B” (p.7). Por ende, decimos que el tiempo empleado de preparación de la maquina se prolonga, entonces afectara directamente al costo del producto.
- Para González, Francisco (2007, p.97), el “SMED es un proceso dirigido paso a paso para mejorar la eficiencia y exactitud del trabajo de cambios. Esto involucra a los procedimientos técnicos de buena documentación o ceracidad de datos. El objetivo que tiene la herramienta Smed es muy sencilla, solo requiere de: Incrementar flexibilidad y estar disponible para reaccionar rápidamente a las necesidades de nuestros clientes y reducir los inventarios “

1.3.1.1. Descripción de sus etapas (SMED)

- Para Shigeo shingo (1997) nos menciona que los cambios de moldes en un solo número se conocen como SMED, acrónimo de la expresión inglesa “*Single-Minute Exchange of Die*”. Esta terminología se refiere a la teoría o técnica para realizar las actividades de preparación

en menos de diez minutos. Por lo que cada cambio en particular no pueda textualmente culminarse en menos de diez minutos, por el cual este es el objetivo del smed.

Entonces decimos, que la herramienta SMED se utiliza cuando necesitamos reducir los tiempos de ciclo aprovechando al máximo el tiempo disponible para producir y utilizando menos tiempo para cambiar herramientas. Por ello se dice que los cambios de materiales en un solo dígito se conocen mayormente como el sistema SMED, que se es representada en su expresión inglesa “*Single-Minute Exchange of Die*”. El término se refiere a la teoría y técnicas para realizar las operaciones de preparación en de diez minutos. Aunque cada preparación en particular no pueda literalmente completarse en menos de diez minutos, este es el objetivo del sistema.

- Según Cruelles (2013) menciona que dentro de este sistema existen dos tipos de operaciones:
 - Actividades internas, Son aquellas operaciones que se realizan con la máquina detenida. Por ejemplo, un cambio de molde de la prensa. Por ejemplo, un cambio de perno o tuerca necesaria para la operatividad de la máquina.
 - Actividades externas, Son aquellas operaciones que se pueden realizar con la máquina en funcionamiento. En donde se recomienda pre-alistar los materiales para el siguiente material. en otras palabras, se encuentra operativa. Por ejemplo, el afilar una cuchilla para implementar luego, cuando el producto este fuera de la máquina, otro podría ser como el desplazamiento de material para almacén o diferentes áreas para utilizarse en el siguiente lote.
- Según Socconini (2011) sostiene que durante el evento de mejora se realizan los siguientes lineamientos para optimizar los tiempos de cambio:
 1. Mirar y tomar el tiempo total de cambio de molde. (Observar)
 2. Separar las operaciones internas de las externas. (Diferenciar y separar)
 3. Transformar operaciones internas en externas y mover operaciones externas fuera del paro. (Transformar las operaciones)
 4. Borrar el resto de las operaciones internas. (Reducir las actividades internas)

5. Borrar el resto de las operaciones externas. (Reducir las actividades externas)
6. Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento. (Perfeccionar)

Entonces, una vez conocidas las fases o pasos para alcanzar el desarrollo adecuado de la herramienta Smed, pasaremos al desarrollo de cada uno mediante las mejoras a encontrar en cada proceso u actividad.

Paso 0 Inducción y formación de equipo de trabajo

Para lograr una adecuada implementación, se debe formar equipos de trabajo, para que de forma conjunta y en trabajo en equipo podamos identificar la problemática más frecuente en las prensas, que generan una baja productividad. Es por ello que debemos emplear:

- Realizar la capacidad de planta para determinar si la máquina es un cuello de botella. Determinar el impacto de realizar un acontecimiento de mejora, ya que las máquinas que tienen tiempos amplios de cambio de moldes, siempre son las que tienen mejores oportunidades para mejorar, en especial si son cuellos de botella.
- Establecer una máquina en la que debe enfocar dada la oportunidad que ha encontrado para reducir el tiempo de cambio. Esto facilitara obtener grandes mejoras en el tiempo de cambio.
- Establezca un equipo multidisciplinario de personas de diversas áreas, como operadores de producción, calidad, mantenimiento, etc. Con el fin de lograr un trabajo en equipo y conjunto en beneficio de la implementación.
- Revise el programa de producción para establecer una fecha de inicio del evento de mejora. Estableciendo una agenda para los eventos futuros y distribuirlo entre todos los miembros del equipo.
- Conseguir una cámara de video. Para tener como evidencia cada una de las actividades.
- Realice una introducción al tema de cambios rápidos para el personal que ingresa el equipo de mejora.

Paso 1 Mirar y tomar el tiempo total de cambio de molde. (Observar)

Según (Socconini, 2011). En esta fase el equipo kaizen observará detalladamente un cambio. Uno de los miembros del equipo grabará un video la secuencia completa, incluyendo movimiento de las personas y movimientos de las manos de los operadores o del personal que esté realizando el cambio de producto. El resto del equipo buscará oportunidades de mejora. (p.355)

En esta etapa el operario encargado de la máquina, debe observar detalladamente una problemática presentada en su respectiva máquina, en su respectivo proceso o en su respectiva área. Al conocer el problema se debe informar al jefe inmediato para que este pueda grabar un video, en el cual se vea la problemática a estudiar, logrando con esto completar la secuencia completa de pasos para aplicar la herramienta Smed, esto incluye movimiento de las personas y movimientos de las manos de los operadores o del personal que esté realizando el cambio de producto, en otras palabras, en la interacción del hombre con la máquina. Luego buscará oportunidades de mejora, como una lluvia de ideas para lograr obtener una mejora en la actividad o maquina en funcionamiento.

Por ello es importante tener todo tipo de evidencia, que tome el tiempo de cambio, interactuando con un cronómetro para saber el tiempo cuando salga el último producto, relacionando siempre con la producción anterior y parándolo hasta que salga el primer producto de la siguiente producción. Es importante que se tome el tiempo de cambio, accionando el cronómetro cuando salga el último producto bueno de corrida anterior y parándolo hasta que salga el primer producto de la siguiente corrida.

- Guía para observar el video
- Identificar claramente a todos los que estén involucrados en el cambio.
- Respetar los deseos de quienes no quieran ser filmados.
- Grabar una visión panorámica de todo el proceso.
- Filmar los movimientos manuales, la obtención de los herramientas y las interacciones con otros procesos.
- Acercarse lo suficiente para captar las actividades manuales.

- De ser posible, aplicar la función “ver fecha y hora”.
- Usar grabadora de voz para obtener detalles.
- Editar el video con los involucrados para revisar el video.

Paso 2: Separar las operaciones internas de las externas (Diferenciar y separar)

La separación de actividades el paso más relevante para la aplicación de la herramienta SMED es obtener la diferencia entre las actividades interna y externa. Podemos decir que, en su mayoría, todas las personas que se ven involucradas con la implementación de esta herramienta se ven de acuerdo en que la preparación de cada actividad, por ejemplo, el cambio de herramientas y el mantenimiento de las máquinas.

La separación no se dará solo, también se deberá eliminar unos pasos o procesos que no causen valor para el desarrollo proyecto, generando: ganancia de tiempo, mejorándolas actividades y logrando a mayor efectividad.

Por ende, debemos tener en claro cuando se tiene que hacer el máximo compromiso posible que debemos tener con lo que queremos implementar y evaluar, como enfocarnos en las operaciones de los procesos de las maquinas, para que estas se conviertan en operaciones externas. Así mismo interactuar con compromiso para obtener las operaciones internas que se realizan cuando la maquina esta parada.

Paso 3: Transformar operaciones internas en externas y mover operaciones externas fuera del paro. (Transformar las operaciones)

En esta etapa se deberá analizar, cuáles vendrían a ser las actividades que se efectúan durante la parada de máquina, para poder entrar al detalle y encontrar una mejora. Para ello se presenta el siguiente guía.

Actividades comunes en un cambio

- Comunicar el daño o la necesidad de un cambio.
- El maquinista debe tener comunicación con su jefe inmediato u supervisor.
- Tener a la mano las herramientas necesarias para el cambio.
- Realizar un estudio para hallar una mejora.
- Inspeccionar y gestionar todo tipo de papeleo para el cambio.

- comunicar al personal encargado del cambio cuando se pare la producción y esperar a que llegue.

Actividades sugeridas para este paso

- Mantener las herramientas cerca para un respectivo cambio.
- Estandarizar roles en las operaciones para cada miembro del equipo.
- Esperar hasta que esté corriendo la actividad para iniciar el papeleo.
- Llevar a cabo un plan de cambios, contactar al personal de cambios antes de que la producción se detenga y capacitar a los operadores para realizar sus propios cambios.

Paso 4: Eliminar desperdicio de las actividades internas

En este paso se utilizarán herramientas de rápida acción para disminuir el cambio de partes, reducir la necesidad de estar yendo de extremo a extremo de la maquina mediante las actividades en equipo, diseño estándar para eliminar cambios de accesorios, reubicar accesorios de uso en un cambio de molde para disminuir el tiempo en buscar o caminar.

- Métodos tradicionales en este pasó

Lo más usual en este paso es realizar ajustes manuales de centro, de posicionamiento frente atrás, de temperatura y velocidad (utilizando prueba y error). Como también utilizar rodadas, tuercas herramientas manuales (llaves, destornillador, alicate, etc.), pernos largos y por último el reseteo manual de botones para equipo automatizado.

- Método propuesto para este pasó

Socconini (2011) nos menciona que el método propuesto es utilizar topes para asegurar posición, pines y guías para centrar, menos pernos y tuercas, tuercas de una sola vuelta, herramientas neumáticas de igual manera establecer temperatura y velocidad a un estándar predeterminado, Mover los controles cerca de los operadores para restablecer instantáneamente. Durante el recorrido es importante documentar el cambio para determinar el efecto de la propuesta.

Paso5: Eliminar desperdicio de las actividades externas

En este paso optamos por disminuir el papeleo, utilizar listas de control y así mejorar la exactitud y el rendimiento, reubicar los almacenes y equipos para minimizar el tiempo en traslado y movimiento.

- Selección actual

Lo más común es realizar actividades sin coordinación antes de que se lleve a cabo el cambio de molde. Buscar herramientas necesarias para realizar el cambio de molde, se colocan las herramientas en un área central de almacenamiento.

- Situaciones sugeridas

Lo recomendable es utilizar una lista estandarizada para verificar los materiales necesarios para el cambio de molde, verificar que proporcionen los materiales adecuados en todas las áreas de las instalaciones y por ultimo guardar las herramientas en una zona cerca del equipo en el que se van a utilizar, ordenarlas según la frecuencia de uso.

Paso 6: Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento

En la última etapa de la mejora se debe tener en cuenta un procedimiento instructivo muy claro, sencillo y conciso para que quede como guía de información para el cambio de material u herramienta, así como una lista de verificación para asegurar que los puntos efectuados en la aplicación de la metodología se mantengan consistentemente.

- Capacitar a las personas involucradas en el cambio
- Mantener comunicación con todos los involucrados.
- Documentar los procedimientos de cambios mejorados.
- Poner instrucciones de trabajo estandarizado en los lugares de trabajo.
- Establecer una meta para los cambios.
- Medir, publicar y rastrear los tiempos de cambio.

1.3.2. Productividad

La Productividad es el enfoque o relación que se tiene entre la cantidad de insumos y productos obtenidos y la cantidad de recursos empleados. Dentro de un proceso de fabricación la productividad sirve como evaluación para hallar el rendimiento de las actividades, como de las máquinas, los equipos de trabajo y los trabajadores en función. También podemos decir que la productividad es el rendimiento que tiene cada trabajador involucrado en su respectiva actividad. Es un enfoque sistemático que nos permite saber cuándo una máquina o trabajador es productivo con una cantidad de recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos.

Para Carro y Gonzales (2010, p.1), Productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos).

$$Productividad = \frac{Salida}{Entrada}$$

1.3.2.1. Productividad parcial

La productividad Parcial es el enfoque que existe entre la producción y uno de los recursos que se han utilizado para la producción, valorados en una unidad de medida. En otras palabras, es la relación del volumen de Producción con un único factor, el producto terminador.

Actualmente hay un montón de referencias y comentarios sobre la importancia de la productividad en las organizaciones. En conclusión, se trata de una necesidad muy independiente de la actividad, tamaño y características de esta.

Como medir productividad

Productividad es la medida de eficiencia en el uso de los factores en todo proceso productivo

Para Céspedes, Lavado y Ramírez (2016, p.12), “Si una economía produce con un único factor, como el trabajo, la productividad se entiende como la cantidad o número de productos por unidad de trabajo, siendo común su denominación la de productividad laboral. Según esta definición, un obrero con más productividad producirá muchas más unidades de un producto. Cuando la economía es más compleja y tiene más factores de producción como el capital y el trabajo. También se utiliza un indicador mucho más complejo que es el de productividad total de factores que resume la eficiencia o capacidad de producir viene/servicios de una manera combinada”.

Mayor Productividad

Una correcta gestión de procesos ayuda a que se obtenga la productividad ideal, en donde se integra la eficiencia como la eficacia. Donde eficacia sirve para satisfacer las necesidades reales de los clientes; y donde la eficiencia sirve para hacer más con menos y hacer las cosas cada vez mejor.

Para Bravo, Juan (2014, p.26), “El aumento de la productividad es parte de la responsabilidad social de todo profesional por la necesaria orientación a crear riqueza. Se trata de un desafío social de amplio alcance que además genera grandes beneficios a la organización y a la sociedad”

- Indicadores de productividad

➤ Eficiencia

Para García, Alfonso (2011, p.304), la Eficacia es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas. También podemos decir que es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente.

➤ Eficacia

Para Prokopenko, Joseph (1989, P.4), la “Eficiencia significa producir bienes de alta calidad en el menor tiempo posible. Sin embargo, debe considerarse si esos

bienes se necesitan”. Como también es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas.

1.3.3. Marco conceptual

- **Cambio de herramientas:** es el proceso que se emplea desde que sale el último producto buena de una producción anterior hasta que sale el primer producto buena de la producción siguiente que se ve enfocado en el cambio de herramientas, materiales y procedimientos importantes para producir diferentes números de productos.
- **Cuello de botella:** es todo proceso o actividad que impide que un sistema de producción logre su máximo potencial. Mayormente se emplean en operaciones para identificar el recurso más lento, con mayor problema y que limita la producción del sistema completo, por demoras o congestionamiento de la producción.
- **Flexibilidad de la producción:** se observa cuando el proceso de fabricación es capaz de recibir un cambio o una reestructuración de procesos según las circunstancias o necesidades. Es decir, no se sujeta a normas estrictas, dogmas o trabas.
- **Plan mejora continua:** Son las actividades programadas de un proceso en forma cronológica y plasmada elementalmente en un plan de mejora eficiente, para disminuir el tiempo de cambio. Incorpora actividades ejecutables por operadores de máquinas y personal de mantenimiento.
- **Preparación externa:** elementos de preparación de herramientas que pueden ejecutar con seguridad mientras la maquina está funcionando.
- **Preparación interna:** elementos de preparación de herramientas que se deben ejecutar mientras la maquina esta parada.

- **Proceso:** Serie de operaciones de manufactura que conducen el producto hacia sus especificaciones finales de tamaño y forma. También, son los pasos necesarios para obtener un servicio.
- **Producción:** cantidad producida por la que el sistema genera dinero.
- **Productividad:** Es la relación de las salidas de un proceso y sus entradas.
- **Reducción de la preparación:** Reducción del tiempo ocioso que va desde el cambio de la última pieza hasta la primera pieza buena de la siguiente operación.
- **Tiempo de cambio de producto:** tiempo transcurrido de la última pieza del producto A, a la primera pieza buena del producto B.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

PG: ¿Cómo la aplicación del smed mejorará la productividad de la máquina prensa en la empresa Indelat Eva sac?

1.4.2. Problema Específicos

P1: ¿Cómo la aplicación del smed mejora la Eficiencia de la máquina prensa en la empresa Indelat Eva sac?

P2: ¿Cómo la aplicación del smed mejora la Eficacia de la máquina prensa en la empresa Indelat Eva sac?

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación teórica

Valderrama (2002). Se refiere a la inquietud que surge en el investigador por profundizar en uno o varios enfoques teóricos que tratan el problema que se explica. A partir de esos

enfoques, se espera avanzar en el conocimiento planteado o encontrar nuevas explicaciones que modifiquen o complementen el conocimiento inicial.

La investigación propuesta busca, mediante la aplicación de la teoría y los conceptos básicos de la aplicación del estudio de métodos, encontrar explicaciones a las necesidades para los cambios de herramientas como para las preparaciones de máquinas. Que afectan en la productividad de la empresa.

1.5.2. Justificación práctica

Valderrama (2002). Se manifiesta en el interés del investigador por acrecentar sus conocimientos, obtener el título académico o, si es el caso, por contribuir a la solución de problemas concretos que afectan a organizaciones empresariales, públicas o privadas.

De acuerdo con los objetivos de estudio, su resultado permite encontrar soluciones concretas a problemas de demora de cambio de material, fabricación que inciden en los resultados de la empresa. Con tales resultados se tendrá también la posibilidad de proponer cambios en las reglamentaciones que regulan los procesos empresariales.

1.5.3. Justificación metodológica

Valderrama (2002). Hace alusión al uso de metodologías y técnicas específicas (instrumentos como encuestas, formularios o modelos matemáticos) que han de servir de aporte para el estudio de problemas similares al investigado, así como para la aplicación posterior de otros investigadores.

Para lograr los objetivos de estudio, se acude al empleo de técnicas de investigación como la búsqueda de antecedentes con ello se pretende conocer resultados de la aplicación del estudio de métodos en un cambio de formato para mejorar la productividad, los resultados de la investigación se apoyan en técnicas de investigación válidas en el medio.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

- **Ha:** La aplicación del smed mejora la productividad de la máquina prensa en la empresa Indelat Eva sac.

1.6.2. Hipótesis específicas

- **H1:** La aplicación del smed mejora la Eficiencia de la máquina prensa en la empresa Indelat Eva sac.
- **H2:** La aplicación del smed mejora la Eficacia de la máquina prensa en la empresa Indelat Eva sac.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo General

OG: Determinar como la aplicación del smed mejora la productividad de la máquina prensa de la empresa Indelat Eva sac.

1.7.2. Objetivos Específicos:

OE1: Determinar como la aplicación del smed mejora la Eficiencia de la máquina prensa en la empresa Indelat Eva sac.

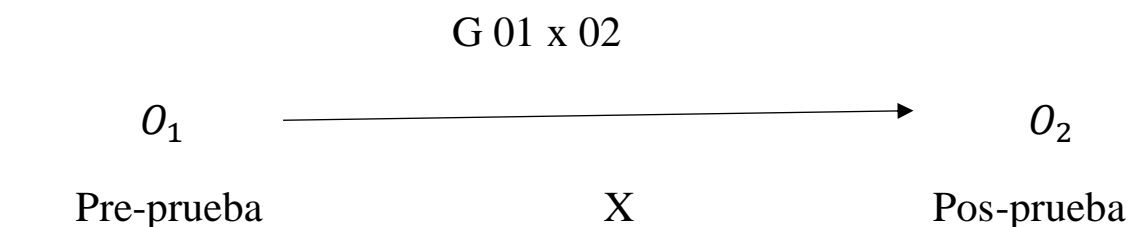
OE2: Determinar como la aplicación del smed mejora la Eficacia de la máquina prensa en la empresa Indelat Eva sac.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

El presente trabajo reúne las características del diseño de investigación Cuasi experimental, ya que se va manipular la variable independiente, para ver su efecto en la variable dependiente. Se trabaja con una muestra (G) al cual se le aplica la variante como variable independiente (Smed) para determinar su efecto en la variable dependiente (productividad), aplicándose un pre prueba y post prueba luego de aplicar el estímulo.

Esquema del diseño de investigación es el siguiente:



G: muestra

01, 02: observaciones de los tiempos de cambio

X Variante: Mejora la productividad mediante la aplicación del Smed

2.2. Identificación de las variables

2.2.1. Definición Conceptual de variables

- **variable independiente (VI): Smed**

Socconini (2008), Smed (*Single Minute Exchange of Die*) significa cambio de herramienta en un solo dígito de minuto, es decir, en menos de 10 minutos. El tiempo de cambio es el tiempo que transcurre desde que sale la última pieza buena de un lote anterior, hasta que sale la primera pieza buena del siguiente lote después del cambio.

- **variable dependiente (VD): Productividad**

Gutiérrez (2010), La productividad tiene que ver con los resultados que se obtiene de un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general la

productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados.

2.2.2. Definición conceptual de dimensiones

- **Actividades internas:** “Cuando la máquina tenga que estar detenida para desarrollar las actividades”. (Socconini, 2011, p. 215). Son todas aquellas actividades que se puede realizar únicamente cuando la máquina se encuentra parada.
- **Actividades externas:** “Cuando las actividades se pueden realizar antes o después del paro”. (Socconini, 2011, p. 215). Son todas aquellas actividades que se pueden realizar únicamente cuando la máquina se encuentra en marcha, en otras palabras, se encuentra operativa.
- **Eficiencia:** “Mide la relación entre insumos y producción, busca minimizar el coste de los recursos (“hacer bien las cosas”). En términos numéricos, es la razón entre la producción real entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada”. (Cruelles, 2013, p. 10)
- **Eficacia:** “Es el grado en el que se logran los objetivos. Se identifica con el logro de las metas (“hacer las cosas correctas”).” (Cruelles, 2013, p. 11)

2.2.3. Matriz de operacionalización

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADOR | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|--|--|----------------------|--|--------------------|
| INDEPENDIENTE SMED | Socconini (2008), Smed originalmente single minute Exchange of die, significa que el número de minutos de tiempo de preparación tiene una sola cifra, o sea, es inferior a 10 minutos. | Técnica que permite disminuir el tiempo de pasar de producir un tipo de producto a otro, que se pierde en el cambio de molde de la prensa | ACTIVIDADES INTERNAS | $\%TAI = \frac{T.T - TAE}{T.T} \times 100$ %TAI= Porcentaje de Tiempo de actividades internas TT = Tiempo total TAE = Tiempo de actividades externas | razón |
| | | | ACTIVIDADES EXTERNAS | $\%TAE = \frac{T.T - TAI}{T.T} \times 100$ %TAE= Porcentaje de Tiempo de actividades externas TT = Tiempo Total TAI = Tiempo de actividades internas | razón |
| DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD | Gutiérrez (2010), La productividad tiene que ver con los resultados que se obtiene de un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. | Es la relación entre los resultados y los insumos, la mejora de productividad es la obtención de mejores resultados de un proceso. “Hacer más con menos” | EFICIENCIA | $\%E = \frac{Pr \times 100}{H H}$ E= Porcentaje eficiencia Pr = Producción real HH = Hora hombre | razón |
| | | | EFICACIA | $\%E = \frac{Pr \times 100}{H M}$ E = Porcentaje de eficacia Pr = Producción real H M = Hora Maquina | razón |

Fuente: Elaboración propia

2.2.4. Matriz de coherencia

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS |
|---|--|---|
| Problema General: ¿Cómo la aplicación del smed mejorará la productividad de las máquinas prensa en la empresa Indelat Eva sac.? | Objetivo General: Determinar como la aplicación del smed mejora la productividad de las máquinas prensa en la empresa Indelat Eva sac. | Hipótesis General: La aplicación del smed mejora la productividad de las máquinas prensa en la empresa Indelat Eva sac. |
| Problema Específico 1: ¿Cómo la aplicación del smed mejora la Eficiencia de las máquinas prensa en la empresa Indelat Eva sac?? | Objetivo Específico 1: Determinar como la aplicación del smed mejora la Eficiencia de las máquinas prensa en la empresa Indelat Eva sac. | Hipótesis Específico 1: La aplicación del smed mejora la Eficiencia de las máquinas prensa en la empresa Indelat Eva sac. |
| Problema Especifico 2: ¿Cómo la aplicación del smed mejora la Eficacia de las máquinas prensa en la empresa Indelat Eva sac.? | Objetivo Específico 2: Determinar como la aplicación del smed mejora la Eficacia de las máquinas prensa en la empresa Indelat Eva sac. | Hipótesis Específico 2: La aplicación del smed mejora la Eficacia de las máquinas prensa en la empresa Indelat Eva sac. |

Fuente: *Elaboración propia*

2.3. Población, muestreo y muestra

Población:

Para Sampieri (2006), una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (p. 65).

Es decir, es el conjunto de personas cosas u elementos que permiten medir lo que se requiere para realizar una investigación.

Entonces en la presente investigación, el universo poblacional está conformado por 44 cambios de turnos de 12 horas, que se realiza en 1 mes, en el área de prensada de 5 días turno noche y 6 días turno día

Muestreo:

Para Valderrama (2013), el muestreo es el proceso de selección de una parte representativa de la población, el cual permite estimar los parámetros de la población. (p.188).

Por lo que, el muestreo de la presente investigación es no probabilístico intencional, en razón que la población de estudio seleccionado es medible y por lo tanto se optó por trabajar con el 100% en relación total del universo poblacional

Muestra:

Para Valderrama (2013), la muestra es un subconjunto representativo de un universo o población, ya que refleja las características de la población cuando se aplica la técnica adecuada de muestreo del cual procede, defiere de ella el número de unidades incluidas y es adecuada. (p.184)

Es decir que la muestra es la parte que interactúa con la población, dado que la muestra de estudio está integrada por los 44 cambios de turnos de 12 horas, que se realizan en 1 mes.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.1. Técnicas

- **Observación.** Técnica donde se experimentará el modo en que se realizan los reportes requeridos y el tiempo en que emplean en realizar la actividad. Según Hernández (2006), esta técnica de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conductas que se manifiestan. Pueden utilizarse como instrumento de medición en diversas circunstancias. Es una forma de observación del contenido de comunicaciones verbales y no verbales. Se enfoca en información que pueda ser evaluada por medio de sentidos (p. 125).

2.4.2. Instrumentos:

Son todos aquellos medios materiales que utiliza el investigador para obtener y almacenar información

- **Ficha de observación.** Es la técnica que consiste en leer un texto en forma pausada, reflexiva y minuciosa, con el propósito de captar plenamente el mensaje contenido en los párrafos que se lee. (Carrasco, 2005, p. 280).

Esto nos permitirá medir el tiempo de las actividades internas en un cambio de formato y la cantidad de cambios.

FO1: Ficha de observación N°1: “Hoja de observación del tiempo” (Ver Anexo 2)

FO3: Ficha de observación N°2: “Registro de indicadores de producción” (Ver Anexo 3)

- **Cronómetro.** El cronómetro permite medir el tiempo de desarrollo de un proceso determinado, como el tiempo de registro y búsqueda de la información. Es un reloj de gran precisión para medir fracciones de tiempo muy pequeñas (Tamayo, 2005, p.120).

Se empleará este instrumento para conocer el tiempo transcurrido antes y después de la aplicación del smed en la prensa 6.

2.4.3. Validación y confiabilidad del instrumento

La validez de dicho instrumento se medirá con el juicio de expertos, Teniendo en cuenta a tres profesores de la escuela de ingeniería industrial de la universidad Cesar Vallejo.

2.5. Métodos de análisis de datos

Para el análisis de los datos se utilizará el Excel. Se hace dos tipos de análisis, un análisis descriptivo del comportamiento de las variables y sus dimensiones y un análisis inferencial para constatar las hipótesis mediante la comparación de media.

El estadístico de prueba que se empleara es la t de student.

$$T = \frac{x - y}{\frac{\sqrt{(n - 1)s_1^2 + (m - 1)s_2^2}}{2a} \frac{\sqrt{1}}{n} + \frac{\sqrt{1}}{m}}$$

Fuente Còrdova, 2013

Dónde:

n: Muestra pre test

m: Muestra post test

S1 S2: Varianza del Pre y Post test.

X1y: Medias muestrales del Pre y Post test

2.6. Aspectos éticos

Dado a que no se va a trasgredir ninguna integridad ética moral ir contra la sociedad entonces no corresponde a nosotros la aplicación de temas éticos. Así como la veracidad de lo resultado obtenidos de este trabajo y la confiabilidad de los datos obtenidos de la empresa a las cual se está haciendo la propuesta de mejora.

2.7. Desarrollo de la propuesta

2.7.1. Situación actual de la empresa

INDELAT SAC, es una empresa de línea de producción manufacturera en producción de Planchas de Microporoso, la segunda es la de fabricación de compuestos de caucho que generalmente es para abastecimiento de INDELAT SAC, y por último la de Sellos, Suelas y Planchas de Caucho que es la línea con menos aporte a la empresa, pero que se mantiene porque abastece a las plantas anexas al grupo de empresas de los productos que desarrolla y mantiene a algunos clientes que trabajaron con la empresa desde sus orígenes hace casi 40 años. La empresa en cuestión se encuentra ubicada en el distrito de Los Olivos en el Jr. Pablo Olavide 440.

INDELAT EVA SAC en el año 2014 se presenta como una nueva empresa pues hasta el 2013 era parte de INDELAT SAC y se separaron por un proceso de escisión. Anteriormente la empresa INDELAT SAC manejaba 2 rubros de producción distintos y manejaban una sola contabilidad para los dos rubros, actualmente cada empresa maneja su propia contabilidad y tiene sus propias metas y objetivos, los cuales iremos describiendo a lo largo del trabajo aplicativo.

- PESADO:

Tiene como finalidad la preparación física de materiales o insumos a emplear en el proceso de molienda, no es más que combinar las diferentes materias primas e insumos para formar una carga que luego se enviara a un siguiente proceso, pero su importancia es vital, dado que para cada fabricación tienen diferentes insumos, diferentes pesos y medidas, pues si se comete un mínimo error en gramos este proceso todo lo demás se echara a perder.

Es por ello que en esta pequeña área se encuentran 2 balanzas pequeñas de capacidad hasta 10 a 30 kg, y 3 balanzas grandes que llegan a pesar hasta los 300 a 500 kg, para que no se pueda hallar dificultad alguna y tener un peso exacto de los insumos a emplear para cada producción.

Grafico 4: Área de pesado

Fuente: IndelatEva S.A.C



Proceso de pesaje de insumos empleados para la producción

- **MOLIENDA:**

Las cargas pesadas en el proceso anterior son entregadas en mezcladores internos para luego pasar por mezcladores externos y un proceso de calandrado, en este proceso la importancia es la presencia de acelerantes y el laminado para el siguiente y último proceso de producción.

Primero es ingresado al bambury, equipo de mezclado y amasado de todos los insumos con la capacidad de 100 a 150 kg por ciclo de 3 a 5 min dependiendo el proceso de fabricación. Todos los insumos son ingresados por una puerta superior puesta en un piso más elevado y retirada por una compuerta inferior que es retirada en un carrito hecho para la cantidad de masa elaborada y ser trasladada a uno de los molinos pequeños.

Grafico 5: *Bambury - Maquina*

Fuente: *IndelatEva S.A.C*



Maquina bambury encargado del mezclado de insumos

Para continuar con el proceso, una vez salida la masa del bambury se es llevada a los molinos, encargados de homogenizar y calentar toda la masa, son pasadas por dos rodillos grandes en la superficie inferior y dos rodillos pequeños en la parte superior de la máquina.

Una vez homogenizado toda la masa, de corta, se enrrolla y es transportado hacia la maquina calandra, que cumplen el mismo proceso que los molinos pero de una manera más fina, más delgada para luego cortar y colocar en una pequeña faja transportadora al molino del laminado, que cumple las misma función con los rodillos al igual que la calandra, pero en este punto se es graduada el ancho correspondiente al tipo de material a fabricar o al tipo de pedido, dado que todas las planchas no tienen el mismo tamaño ni la misma medida.

Esta es pasada a una faja transportadora que tienen ventiladores para el enfriamiento de las láminas y al cortado de estas de acuerdo al tamaño para cada tipo de material fabricado, una vez cortado pasa a ser apilado todas las láminas obtenidas por material y por color. Entonces se colocó en un pequeño almacenado hasta que el área de prensa lo recepcione en su área para dar el proceso final.

Grafico 6: *Molinos - Maquinas*

Fuente: IndelatEva S.A.C



Maquinas encargadas de la homogenización de la masa

- **PRENSADO:**

En este proceso las láminas que vienen de la molienda ya apiladas, separadas por material y por color, son introducidas en una prensa para que por medio de calor se activen los acelerantes y agentes de expansión logrando así una plancha de proporciones mucho mayor al tamaño de lámina original.

Este es el último proceso de fabricación, cada prensa es de diferentes tamaños de moldes y de diseños. Como también por cada pedido u material se en graduada el tiempo de cocido, y al ser retirado las planchas de la prensa, se es tomado el tamaño de cada plancha en un rango de ± 5 cm y es puesta en observación o inspección por control de calidad, para ver si las planchas no están oleadas, con globos, manchadas o fuera del tamaño requerido.

Grafico 7: *área de prensado*

Fuente: *IndelatEva S.A.C*



Área de prensado, capacidad de planta

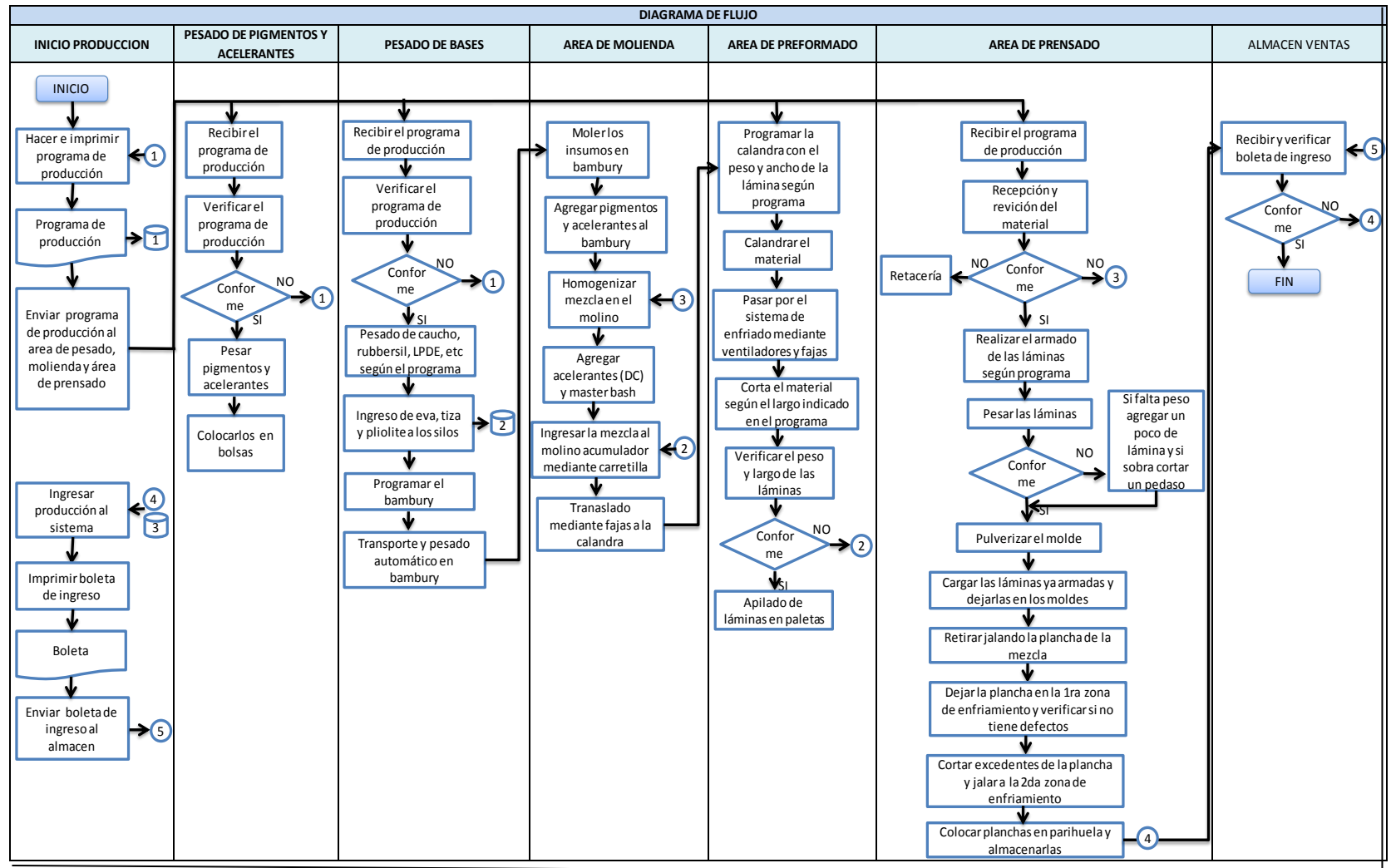
Grafico 8: *Espacio de planchas*

Fuente: *IndelatEva S.A.C*



Espacio e ubicación de materiales y planchas de microporoso

Tabla 7: Diagrama de procesos o diagrama de flujo de todo el proceso



Fuente: Elaboración propia

Entonces, para tener un conocimiento más amplio, se presentó un diagrama de flujo, donde se detallará actividad por actividad desde el inicio de la producción hasta el producto terminado. En todas las áreas dentro de la empresa.

Entonces, nuestra prioridad competitiva se basa en el tiempo de respuesta, pues debido a la cantidad y variedad de moldes y maquinas que se tienen nuestro tiempo de respuesta es hasta mejor que el de los fabricantes de China.

El área de prensado cuenta con las capacidades de 9 prensas, las cuales solo 6 pertenecen a IndelatEva s.a.c y las sobrantes de la empresa Indelat s.a.c empresa hermana dedicada a la fabricación de caucho. La Máxima capacidad de prensado se calcula:

Tabla 8: Capacidad de prensado

| PRENSA | Nº MOLDES | Nº CICLOS /TURNO | TOTAL PLANCHAS POR DIA | PESO X PLANCHAS | TOTAL PESO |
|----------------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| MAX. CAP. PR. 07 | 4 | 70 | 560 | 12.3 | 6888 |
| MAX. CAP. PR. 08 | 4 | 70 | 560 | 12.3 | 6888 |
| MAX. CAP. PR. 06 | 3 | 25 | 75 | 16 | 1200 |
| MAX. CAP. PR. 10 | 4 | 35 | 280 | 14 | 3920 |
| MAX. CAP. PR. 11 | 3 | 25 | 75 | 24 | 1 800 |
| TOTAL PRENSADO (KG) | | | | | 20 696 |

Fuente: *Elaboración propia*

Debido a que el proceso de molienda no va a utilizar su capacidad al máximo (porque atiende a las otras líneas de producción también), el proceso de prensado (que es el proceso final de producción) tiene que procesar todo lo molido, sin embargo, no siempre se procesan los pedidos de acuerdo a la capacidad de la prensa, es decir no siempre se consigue una producción continua en el prensado. Esto puede deberse a:

- Inicio tardío de los turnos de producción
- Ausencia de personal por necesidades personales
- Material con diferentes sistemas de vulcanización.

- Tamaños de lote de productos que no cubren la capacidad completa, debido a que se tienen varios productos con diferentes diseños.

A continuación, se muestra un cuadro de las últimas producciones de prensa comparándolo con la capacidad de prensado para obtener la eficiencia de la operación y la productividad de la maquinaria.

Tabla 9: Producción diaria

| PRENSISTA | 1ra | 2da | Peso 1ra | Peso 2da | Planchas | % KG 1ERA | % KG 2DA | % KG TOTAL |
|-----------------------|--------------|------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Edgar | 1766 | 33 | 27583.3 | 537.5 | 1728 | 7.70% | 21.10% | 7.79% |
| Elias Flores | 2233 | 23 | 31744 | 359.2 | 2256 | 8.86% | 14.10% | 8.90% |
| Ever | 4876 | 13 | 57668.7 | 110.5 | 4889 | 16.09% | 4.34% | 16.01% |
| Fabricio | 2158 | 20 | 32075.4 | 301.2 | 2178 | 8.95% | 11.82% | 8.97% |
| Jaime | 4366 | 31 | 55542.6 | 400 | 4397 | 15.50% | 15.70% | 15.50% |
| Jose | 4337 | 18 | 52674.5 | 225 | 4355 | 14.70% | 8.83% | 14.66% |
| Lozano | 1335 | 4 | 11139.7 | 59.7 | 1339 | 3.11% | 2.34% | 3.10% |
| Orleans | 4459 | 6 | 47133 | 69 | 4465 | 13.15% | 2.71% | 13.08% |
| Ramiro | 2677 | 36 | 35213.9 | 450.8 | 2713 | 9.83% | 17.70% | 9.88% |
| TOTAL PRENSADO | 28875 | 187 | 358304.2 | 2547.4 | 29062 | 97.90% | 98.65% | 97.90% |

| | |
|----------------------------|--------|
| % PLANCHAS 1ERA (UNIDADES) | 99.36% |
| % PLANCHAS 2DA (UNIDADES) | 0.64% |

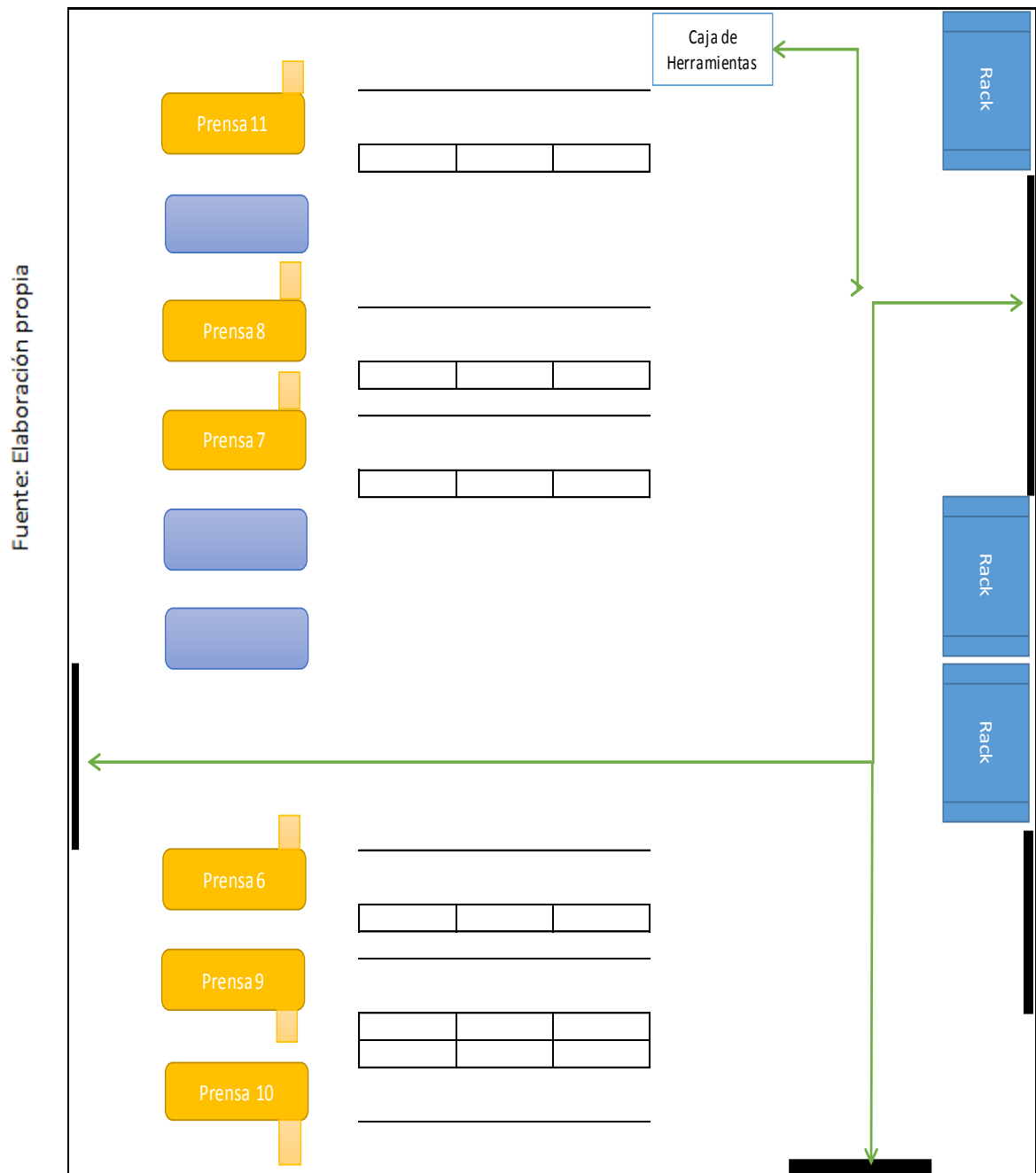
| | |
|---------------------|--------|
| % KG PRENSADOS 1ERA | 99.29% |
| % KG PRENSADOS 2DA | 0.71% |

Fuente: *Elaboración propia*

Se puede apuntar a hacer más productivo el proceso de prensa y hacer que se produzca sin paras o con el tiempo minino de paras. Es decir, las prensas deberían llegar a tener una cantidad de ciclos constantes de acuerdo al material que se trabaje.

Para tener una mayor idea, con respecto a la distribución del área de prensado, se diseñó un pequeño Layout, que nos indicara la ubicación de cada máquina y cada espacio empleado dentro del área de prensado.

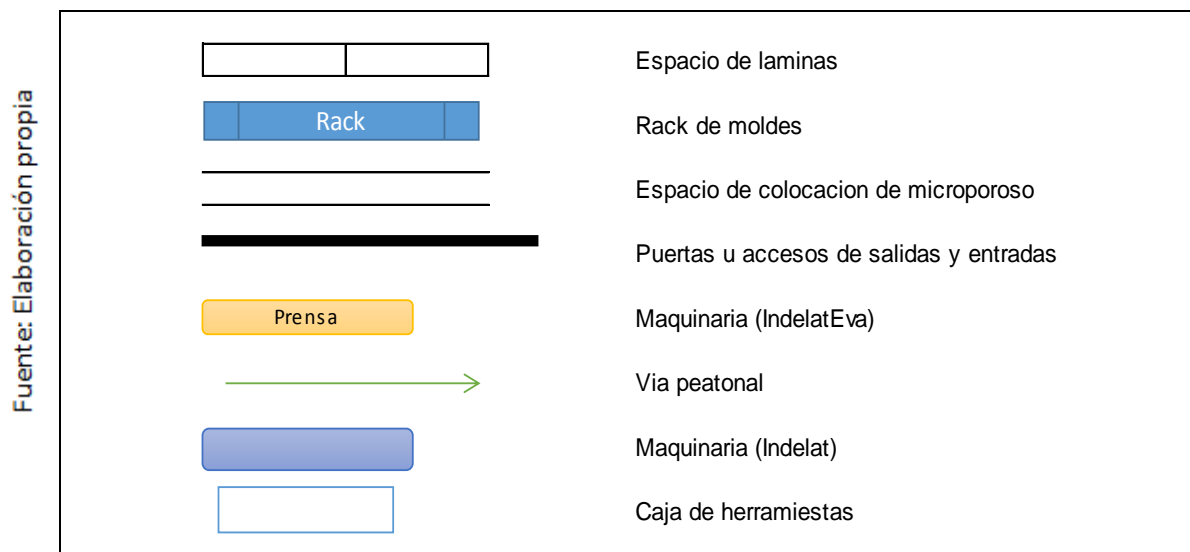
Gráfico 9: *Layout del área de prensado*



Marcaciones de espacios empleados dentro del área de prensado

Se dará un reconocimiento de leyenda de cada figura encontrada en el Layout

Gráfico 10: *Leyenda del Layout*



Detalle de los espacios empleados dentro del área de prensado o en el gráfico Layout

Entonces, para poder identificar los problemas más críticos encontrados dentro de las operaciones en el cambio de molde, son las siguientes:

Tabla 10: *Problemas encontrados*

| ITEM | PROBLEMAS ENCONTRADOS | CANTIDAD | % |
|------|--------------------------------|------------|--------|
| A | Planchas defectuosas | 87 | 41.04% |
| B | Material oleadas | 60 | 28.30% |
| C | Materiales contaminados | 35 | 16.51% |
| D | Globos de aire en las planchas | 19 | 8.96% |
| E | Color fuera de tono | 11 | 5.19% |
| | TOTAL | 212 | |

Fuente: *Elaboración propia*

2.7.2. Propuesta de la mejora

Para realizar el proceso de la mejora se ha tenido que establecer un seguimiento previo al área de prensado, donde obtuvimos los resultados de los tiempos muertos encontrados. Como explicábamos anteriormente la mayor problemática es el tiempo muerto por cada cambio de molde realizada a cada máquina o cada prensa. Nos enfocaremos en la prensa 6, ya que es la máquina que más cambios de moldes presenta en ambos turnos.

- Preparación del Smed en las prensas

Antes de realizar el evento de mejora un mes antes se realizó un cuadro de actividades, el cual dentro de todas las operaciones se determinó que la prensa 6 era la de mayor tiempo por los constantes cambios que se genera durante ambos turnos de trabajo.

Una vez, encontrada la falla se comenzó a unir un equipo multidisciplinario de personas de diversas áreas, jefe de producción, maquinista, terciario, montacarguista, mantenimiento y practicante e iniciadora de la mejora

- Se revisó el programa de producción para establecer una fecha de inicio del evento de mejora Smed.
- Se estableció una agenda para el evento y se distribuyó entre todos los miembros del equipo.
- Se consiguieron las cámaras de video, papelógrafos, plumones, impresoras, etc. Que nos ayudaría para el desarrollo del Smed.
- Una vez seleccionado el equipo, se realiza una introducción al tema de cambios rápidos. Los integrantes son:

Tabla 11: Personas que participaron en el Smed.

| Cargo | Apellidos y Nombres |
|--------------------|----------------------------|
| Jefe de producción | Lenin Solís Muños |
| Maquinista | Edgar Rosales |
| Terciario | Raúl Marquina |
| Montacarguista | Juan Rivas |
| Mantenimiento | Rene Quispe |
| Practicante | Carol Arroyo |

Fuente: *Elaboración propia*

Una vez formado el equipo y revisado el programa se estableció las actividades que se iban a desarrollar durante el evento de mejora (Smed)

2.7.3. Ejecución de la mejora.

2.7.3.1. Cronograma de actividades

A continuación, presentaremos un cronograma de actividades sobre la implementación de la herramienta SMED, en el área de prensado de la empresa IndelatEva s.a.c. Para plantear el esquema de desarrollo de la investigación, se describe el proyecto realizado del Smed, del cual presentare con un diagrama de actividades.

Tabla 12: Cronograma de actividades

| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------|----|----|----|---------|----|----|----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|
| CRONOGRAMA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FASES | ACTIVIDADES | enero | | | | febrero | | | | marzo | | | | abril | | |
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 |
| PLANIFICACIÓN | Recolección de datos y diagnóstico de las prensas | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Identificación de los problemas | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Levantamiento de registros (gestión de mantenimiento de las prensas). | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Análisis de los herramientas | | | | | | | | | | | | | | | |
| IMPLEMENTACIÓN | Elaboración de los formatos para implementar el smed | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Análisis de la implementación | | | | | | | | | | | | | | | |
| | programación de las prensas. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Implementación de la gestión de la información. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Implementación de la gestión de resultados. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ejecución | Rotularlas herramientas | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realizar llenado de registros, ordenes de trabajo, indicadores de gestión. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realizar pedido de repuestos según la gestión dada. | | | | | | | | | | | | | | | |
| control | Hacer seguimiento a lo establecido para poder evaluar cambios. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Evaluar mejora. | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESENTACIÓN | Presentación de resultados | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Agradecimiento al personal involucrado. | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

2.7.3.2. Pasos de la aplicación del Smed

Paso 0

En esta etapa, analizaremos cada parte involucrada a la mejora, como un pre-análisis o un pre-alistamiento de la implementación, se realizó reuniones entre los jefes y las personas a cargo y responsables del proyecto, para debatir puntos en la participación de la mejora dentro del área de prensado. De la misma forma, se le hizo conocimiento al jefe de mantenimiento y su personal a cargo, para la cooperación y ayuda con la revisión de las maquinas prensas (mantenimiento a las prensas). Del mismo modo, se informó de las actividades a realizar al jefe del área y a superintendencia, para que tengan conocimiento de la implementación del Smed para mejora del proceso de cambio de molde, generando una mayor ganancia, tanto en tiempo como en costo.

Tabla 13: *Participantes de mejora*

| PARTICIPANTE DE LA MEJORA |
|----------------------------------|
| Gerente General |
| Superintendente |
| Jefe de producción |
| Jefe de mantenimiento |
| Practicante |
| Maquinistas |

Fuente: *Elaboración propia*

Grafico 11: *Reunión de encargados de la mejora*

Fuente: IndelatEva



Sala de reuniones, debate de la aplicación de la herramienta Smed

Entonces para dar inicio al evento de la mejora, se presentó con anticipación un plan de capacitaciones a todo el personal a cargo del proyecto, para que tuvieran en cuenta los días y lugares de reuniones de los involucrados. Para que por medio de ellos se puedan capacitar y sentir seguros al momento de la implementación, como también, para que se involucren y se hagan un hábito el ser partícipe de este proyecto a implementar, ya que sin un hábito diario la implementación puede fracasar.

Es por ello que se les dio la confianza y la motivación indispensable de que formaran parte de la implementación de la herramienta Smed y también de las constantes capacitaciones a realizarse.

Tabla 14: *Plan de capacitación*

| FECHA | TEMA DE LA CAPACITACION | LUGAR |
|--------------------------|---|--------------|
| 11/11/2017 | Control del desempeño | Area-Prensa |
| 13/11/2017 | Actividades multiples | Auditorio |
| 2/12/2017 | Reconocimiento de herramientas | Area-Prensa |
| 17/11/2017 | Clase de manejo-montacarga | Senati |
| 17/11/2017 | Clase de control-maquina | Senati |
| 18/11/2017 al 06/01/2018 | Practica de manejo-montacarga | Area-Prensa |
| 12/01/2018 | Examen teorico de manejo-montacarga | Senati |
| 20/01/2018 | Examen práctico de manejo-montacarga | Area-Almacen |
| 24/02/2018 | Toma de tiempo y estandarizacion de proceso | Area-Prensa |

Fuente: *Elaboración propia*

El compromiso que tuvieron los maquinistas por turno fue positiva, ya que ellos serán las personas involucradas para la realización de la implementación. También en cada capacitación se tomó en cuenta las opiniones de cada uno de los maquinistas o personal involucrado en el proceso del cambio de molde, en donde se escuchas muchas ideas, quejas y consejos con respecto al proceso de cambio de molde; todo con la finalidad de mejorar su trabajo dentro del área de prensado.

Tabla 15: *Relación de maquinistas*

| PRENSISTA PARTICIPANTES |
|------------------------------------|
| Aurelio Gonzales |
| Edgar Rosales |
| Elias Flores |
| Ever Flores |
| Fabricio Sanchez |
| Jaime Santos |
| Jose Gutierrez |
| Lozano Elias |
| Orleans Yumbato |
| Ramiro Espinoza |

Fuente: *Elaboración propia*

Grafico 12: *Capacitación de los maquinistas*

Fuente: *IndelatEva S.A.C*



Segunda capacitación a los maquinistas en el auditorio de la empresa

Entonces, para la aplicación de la herramienta Smed se tomó fotos del área o espacio trabajado por la empresa terciaria Induma, empresa que presta servicio de metal mecánica y cambio de moldes de las maquinas prensas en el área de prensado. Entonces como evidencias presentamos las siguientes imágenes:

Grafico 13: *área de Induma*

Fuente: *IndelatEva S.A.C*



Visita y Observación de ubicación de herramientas en el área de Induma

Grafico 14: *Caja de herramientas*

Fuente: *IndelatEva S.A.C*



Observación de materiales desordenados dentro el área de Induma

Como se puede apreciar en las imágenes, el área de Induma, empresa contratista (terciario) mantiene de forma desordenada las herramientas a emplear en el momento de cambio de molde, esto produce una demora, en el tiempo de espera que tiene el maquinista luego de terminar su ciclo de producción para cambiar el molde para realizar la siguiente producción. Es por ello, que se realizó el estudio de piezas u herramientas indispensables para el cambio de molde y saber cada material a emplear, cantidades pulgadas, números de piezas, entre otros.

Grafico 15: *Herramientas a emplear*

Fuente: IndelatEva S.A.C



Se buscó las piezas principales para el cambio de molde

Por lo que, nos vimos obligados a realizar un orden de cada herramienta necesaria, realizamos una ubicación de cada herramienta, para que pueda ser más accesible al maquinista en el momento de uso para la realización del cambio de molde, y así, lograr de una manera más ordenada ser más eficientes. Entonces, una vez obtenido el compromiso de todo el equipo de trabajo se tomó una lista de análisis y medida de los materiales u herramientas indispensables que emplearemos en el momento del cambio de molde dentro de la prensa. Para verificar si las herramientas actuales son las correctas y no hayas

ninguna dificultad al momento de realizar las actividades para el cambio de molde de las maquinas. A continuación, se describirá la lista de materiales necesarias.

Tabla 16: *Listado de herramientas*

| Nº | LISTADO DE HERRAMIENTAS | cantidad |
|----|--------------------------------|----------|
| 1 | Pernos | 16 |
| 2 | Llaves | 2 |
| 3 | Gancho de acero | 2 |
| 4 | Guantes de seguridad | 1 |
| 5 | Lentes de seguridad | 1 |
| 6 | Planchas o moldes - superiores | 4 |
| 7 | Planchas o moldes - inferiores | 4 |
| 8 | tacos de madera | 4 |

Fuente: *Elaboración propia*

Entonces, una vez obtenida la lista de materiales a emplear en el cambio de molde de las prensas, se procedió a preparar y ordenar las herramientas necesarias solo para el cambio de molde dentro de la implementación, donde notamos las siguientes mejoras, que daremos como evidencias en las siguientes imágenes, ya que estarán ubicadas cada herramienta en su lugar con su respectivo nombre, tamaño, pulgada, entre otros. Y se pueda de esta manera trabajar con más orden y efectuar una mayor eficiencia en la mano de obra.

Grafico 16: Nueva caja de herramientas

Fuente: IndelatEva S.A.C



La ubicación de cada pieza a emplear con su respectivo nombre y tamaño

Grafico 17: Posición de las herramientas

Fuente: IndelatEva S.A.C



La ubicación de cada pieza a emplear con su respectivo nombre y tamaño

Paso 1

Para continuar con la mejora, ya ejecutado el paso 0 (paso de orden), se graba un video completo de cada paso antes de la aplicación de la herramienta Smed, para analizar todos los tiempos de cambio de molde recogidos durante un mes de observación (30 datos). Implementamos hojas de observación de tiempo por cada día y cada cambio realizado para obtener un mejor control de los tiempos de los cambios de molde en la prensa.

Dado que es un punto muy importante, que se tome el tiempo de cambio de molde, teniendo consigo un cronometro cuando salga el último producto bueno de la producción anterior y parándolo hasta que salga el primer producto bueno de la siguiente producción según corresponde la fase de implementación.

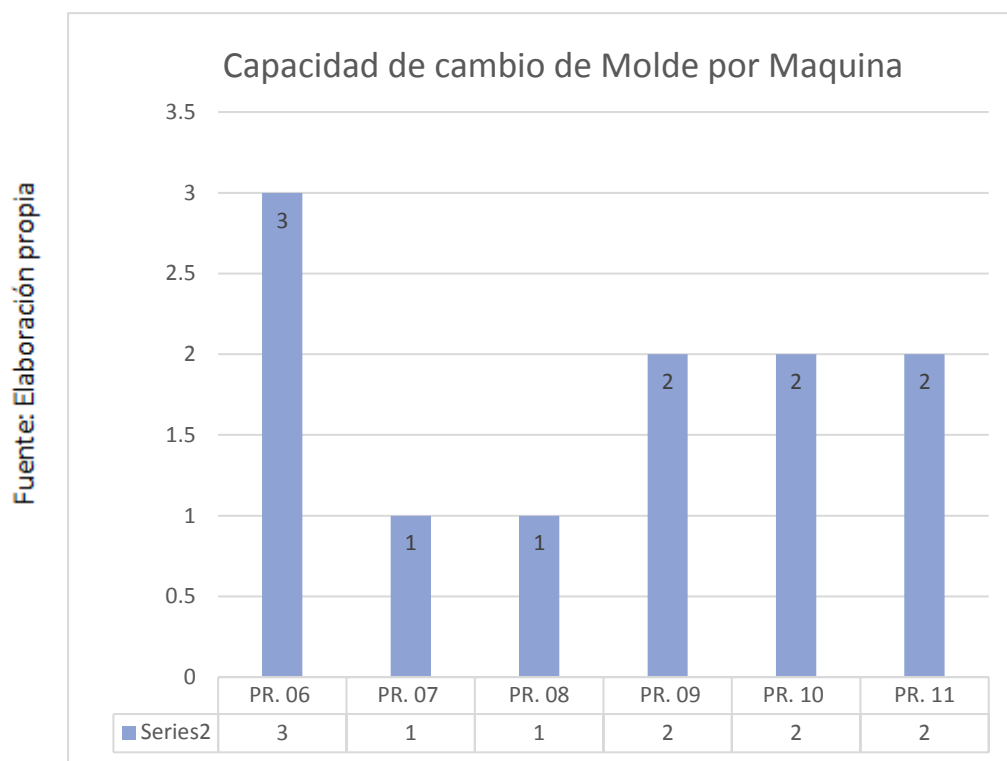
También se tiene que grabar los movimientos del maquinista o las personas involucradas para las operaciones de cambio de molde, desde la obtención de las herramientas y la interacción del resto de los procesos, logrando identificar las actividades para toda la operación. Es por ello, que para muestra referencia, tomamos como datos las observaciones de a la prensa 6, que es la máquina que tiene más cambio de moldes, para realizar nuestra toma de tiempos y actividades del maquinista a cargo.

Tabla 17: *Cantidades de cambios por prensa*

| PRENSA | Nº MOLDES | Nº CICLOS | TOTAL REQUERIDO | CANTIDAD DE CAMBIOS DE MOLDE |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------------|---|
| PR. 06 | 3 | 25 | 75 | 3 |
| PR. 07 | 4 | 70 | 560 | 1 |
| PR. 08 | 4 | 70 | 560 | 1 |
| PR. 09 | 4 | 70 | 560 | 2 |
| PR. 10 | 4 | 35 | 280 | 2 |
| PR. 11 | 3 | 25 | 75 | 2 |

Fuente: *Elaboración propia*

Grafico 18: *Capacidad de cambio de molde*



Gráficos por cantidad de cambios de molde durante un día laboral

Es por ello, que para el estudio de la implementación de la herramienta Smed se tomó los tiempos de la prensa 6.

A continuación, se describirá cada actividad observada por las tres personas involucradas al cambio de molde: maquinista, terciario y montacarguista. Se describirá cada paso a realizarse, tal como indica la regla de la implementación de la herramienta Smed, “Se debe describir todas las actividades involucrados dentro del proceso”, entonces se describe de la siguiente manera.

Tabla 18: *Actividades de cambio de molde*

| N | Actividades Situación Actual | maquinista | terciario | montacar guista |
|-----------|--|-------------------|------------------|----------------------------|
| 1 | Apagar la maquina | X | | |
| 2 | Retirar ultima plancha de la prensa | X | | |
| 3 | Avisar y esperar el personal tercero | X | | |
| 4 | Indicar actividades a realizar al tercero | | X | |
| 5 | Desajustar 4 pernos de adelante | | X | |
| 6 | Desajustar 4 pernos de atrás | | X | |
| 7 | Abrir prensa | X | | |
| 8 | Colocar guantes de seguridad | | X | |
| 9 | Retirar los 4 pernos de adelante del molde con la mano | | X | |
| 10 | Retirar los 4 pernos de atras del molde con la mano | | X | |
| 11 | comunicar al montacarguista | X | | |
| 12 | Montacarguista retira el molde de la prensa y los coloca en un | | | X |
| 13 | Personal tercero ubica el molde a colocar en la prensa, jala hacia afuera del porta molde. | | X | |
| 14 | Montacarguista retira el molde del rack y lo coloca frente a la p | | | X |
| 15 | Tercero introduce taco de caucho para que el montacarguista pueda retirar el molde del portamolde. | | X | |
| 16 | Montacarguista retira el molde del porta molde y lo coloca en la prensa. | | | X |
| 17 | Tercero centra el molde | | X | |
| 18 | Tercero coloca con la mano los 4 pernos cruzados con la mano | | X | |
| 19 | Tercero completa en colocar los 4 pernos faltantes con la mano | | X | |
| 20 | Tercero ajusta con llave los pernos de forma cruzada. | | X | |
| 21 | Tercero regresa herramientas a su lugar. | | X | |
| 22 | Maquinista enciende y calienta el molde en la prensa. | X | | |

Fuente: *Elaboración propia*

Una vez grabado el video, se pasó a revisar, examinar e identificar las actividades encontradas, lo cual se editó el video y conseguimos captar cada uno de las actividades paso a paso donde se especifica cada una de las actividades y los tiempos, para que podamos obtener un alcance de los puntos a mejorar, separando las actividades por las personas involucradas.

Entonces, se empezó a editar el video de las actividades del maquinista, con el personal involucrado. Donde se identificó las oportunidades de mejora, separación de actividades internas y externas fuera de cambio y la definición de la secuencia de cambio. Pero antes de ello, graficamos un diagrama de todo el flujo realizado, en todo el cambio de molde por las tres personas involucradas.

Tabla 19: Hoja de observación - Antes

| Z | Actividades Situación Actual | maquinista | terciario | montacarguista | Análisis del tiempo | | Resultado de Actividades (Minutos) |
|----|--|------------|-----------|----------------|---------------------|----------|------------------------------------|
| | | | | | Inicio | Final | |
| 1 | Apagar la maquina | X | | | 00:00:00 | 00:00:05 | 0:00:05 |
| 2 | Retirar ultima plancha de la prensa | X | | | 00:00:05 | 00:00:35 | 0:00:30 |
| 3 | Avisar y esperar el personal tercero | X | | | 00:00:35 | 00:04:12 | 0:03:37 |
| 4 | Indicar actividades a realizar al tercero | | X | | 00:04:12 | 00:05:47 | 0:01:35 |
| 5 | Desajustar 4 pernos de adelante | | X | | 00:05:47 | 00:08:22 | 0:02:35 |
| 6 | Desajustar 4 pernos de atrás | | X | | 00:08:22 | 00:11:25 | 0:03:03 |
| 7 | Abrir prensa | X | | | 00:11:25 | 00:11:44 | 0:00:19 |
| 8 | Colocar guantes de seguridad | | X | | 00:11:44 | 00:12:05 | 0:00:21 |
| 9 | Retirar los 4 pernos de adelante del molde con la mano | | X | | 00:12:05 | 00:12:48 | 0:00:43 |
| 10 | Retirar los 4 pernos de atras del molde con la mano | | X | | 00:12:48 | 00:14:09 | 0:01:21 |
| 11 | comunicar al montacarguista | X | | | 00:14:09 | 00:25:34 | 0:11:25 |
| 12 | Montacarguista retira el molde de la prensa y los coloca en una pallet porta moldes | | | X | 00:25:34 | 00:32:06 | 0:06:32 |
| 13 | Personal tercero ubica el molde a colocar en la prensa, jala hacia afuera del porta molde. | | X | | 00:32:06 | 00:33:22 | 0:01:16 |
| 14 | Montacarguista retira el molde del rack y lo coloca frente a la prensa. | | | X | 00:33:22 | 00:34:00 | 0:00:38 |
| 15 | Tercero introduce taco de caucho para que el montacarguista pueda retirar el molde del | | X | | 00:34:00 | 00:34:10 | 0:00:10 |
| 16 | Montacarguista retira el molde del porta molde y lo coloca en la prensa. | | | X | 00:34:10 | 00:35:17 | 0:01:07 |
| 17 | Tercero centra el molde | | X | | 00:35:17 | 00:37:50 | 0:02:33 |
| 18 | Tercero coloca con la mano los 4 pernos cruzados con la mano. | | X | | 00:37:50 | 00:45:25 | 0:07:35 |
| 19 | Tercero completa en colocar los 4 pernos faltantes con la mano. | | X | | 00:45:25 | 00:50:43 | 0:05:18 |
| 20 | Tercero ajusta con llave los pernos de forma cruzada. | | X | | 00:50:43 | 00:55:16 | 0:04:33 |
| 21 | Tercero regresa herramientas a su lugar. | | X | | 00:55:16 | 00:56:10 | 0:00:54 |
| 22 | Maquinista enciende y calienta el molde en la prensa. | X | | | 00:56:10 | 01:38:50 | 0:42:40 |
| 23 | | | | | | | 0:00:00 |

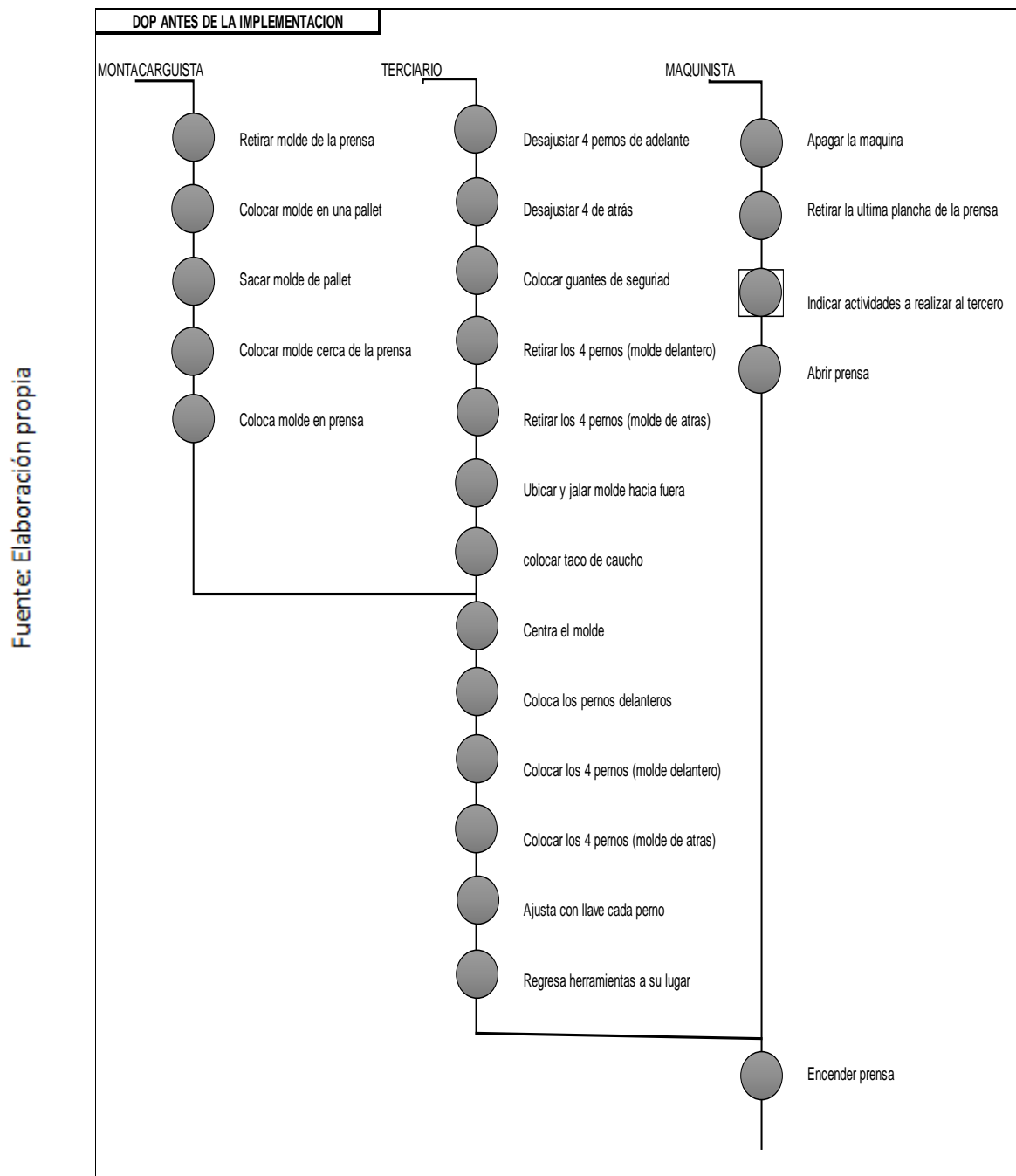
SUMA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS....

1:38:50

Fuente: Elaboración propia

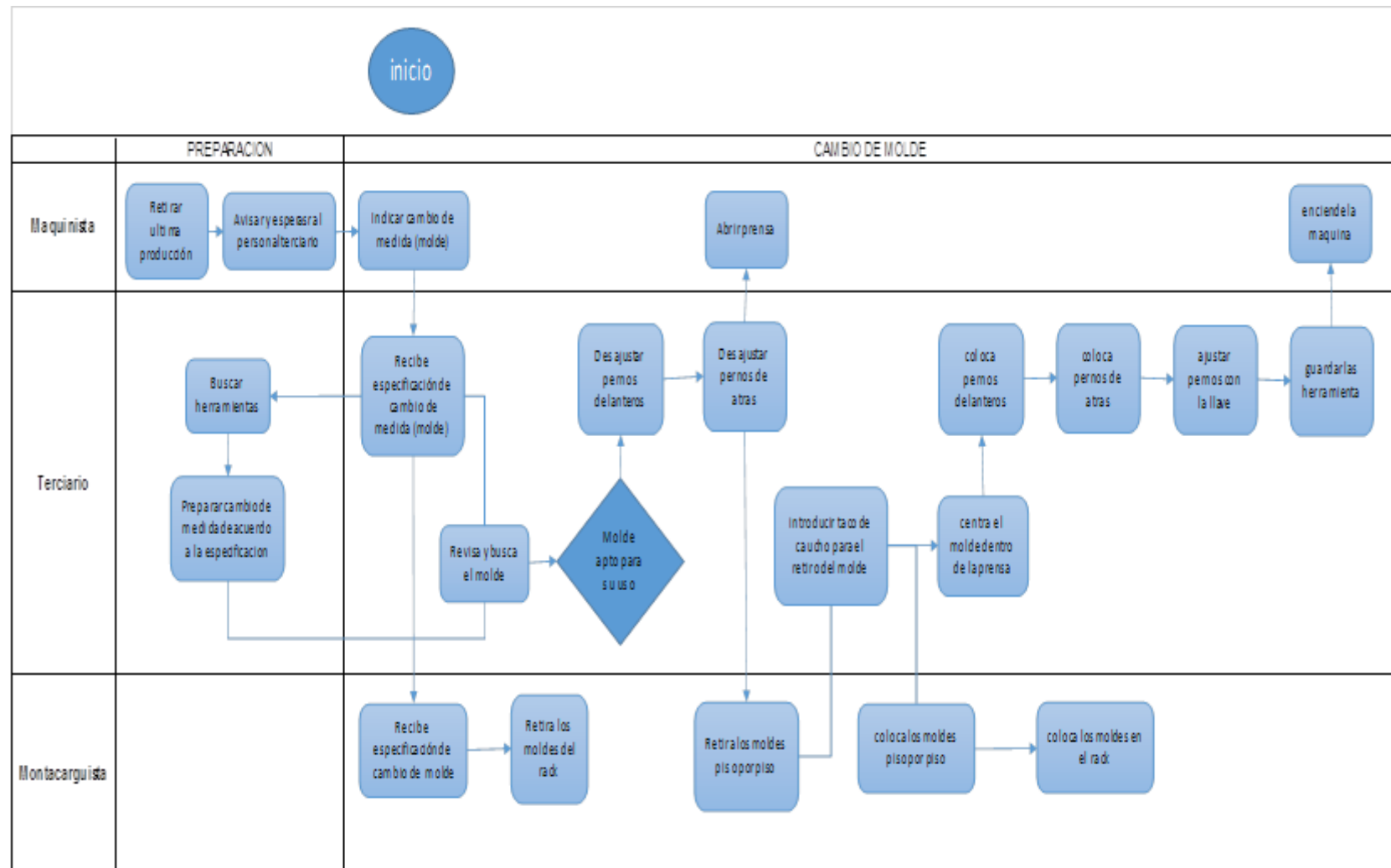
Luego se formuló un diagrama de operaciones de cada una de las actividades realizadas en el cambio de molde para las identificaciones correspondientemente de cada actividad y los pasos realizados.

Grafico 19: DOP de las actividades de cambio de molde



Se tomó las actividades de cada persona involucrada en este proceso

Tabla 20: Diagrama de flujo de cambio de molde - Antes



Fuente: Elaboración propia

Paso 2

Una vez observado el video del maquinista, terciario y el montacarguista, con presencia de cada uno de ellos y del jefe de producción. Se identifica las oportunidades de mejora, la elaboración de los nuevos cuadros de actividades de todo el cambio de molde. Mientras que a su vez analizaremos las herramientas y todos los materiales que se emplearon durante el cambio de molde, ya observados desde el paso 0.

Entonces se procede a identificar cautelosamente las actividades, donde como plan de mejora se eliminó las actividades del personal tercero, y se preparó con anticipación al maquinista, por medio de constantes capacitaciones para que cumpliera con todas las funciones y actividades del cambio de molde, como se hizo desde el paso 0, constantes capacitaciones y evaluaciones de simulación de cambio, para que el personal se encuentre capacitado y se le haga más fácil iniciar con las nuevas actividades a realizar, y para el cumplimiento de la implementación d la herramienta Smed.

A continuación, se describirá cada actividad a realizar solo por las personas involucradas al cambio de molde: maquinista y montacarguista. Es por ello que se realizó un nuevo diagrama de flujo.

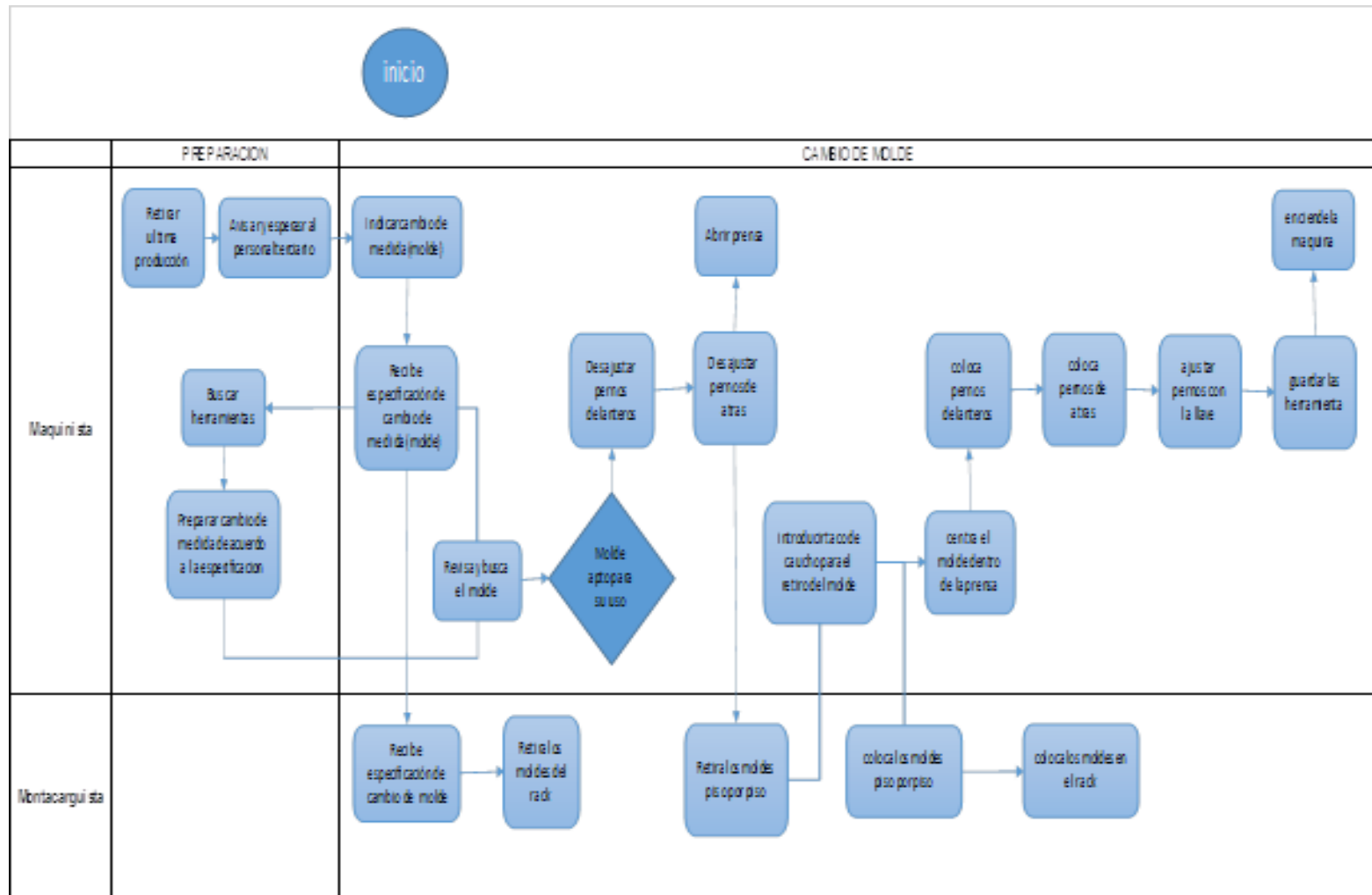
Grafico 20: *Capacitación de actividades múltiples*

Fuente: *IndelatEva S.A.C*



Capacitación de reconocimiento de las actividades múltiples a realizar

Tabla 21: Diagrama de flujo de cambio de molde - Después



Fuente: Elaboración propia

Entonces, como este paso es el más relevante para la aplicación de la herramienta SMED, se trata de la separación de las operaciones internas de las externas y aprender a diferenciarlas, todas las personas que se ven involucradas con la implementación de esta herramienta desde el jefe a cargo hasta los maquinistas.

Por ende, debemos tener en claro cuando se tiene que hacer el máximo compromiso posible de lo que queremos implementar y evaluar. La separación no se dará solo, también se deberá eliminar unos pasos o procesos que no causen valor para el desarrollo proyecto, generando: ganancia de tiempo, mejorándolas actividades y logrando a mayor efectividad.

Entonces, pasaremos a identificar cuidadosamente la separación de actividades internas y externas. Cuando las actividades se pueden realizar antes o después del paro, se clasificarán como actividades externas y cuando la maquina tenga que estar detenida para desarrollar las actividades, aquellas se clasificaran como actividades internas. A continuación, se describirá toda la actividad, identificando las internas y las externas. Es por ello que se incorporó en el nuevo diagrama de flujo.

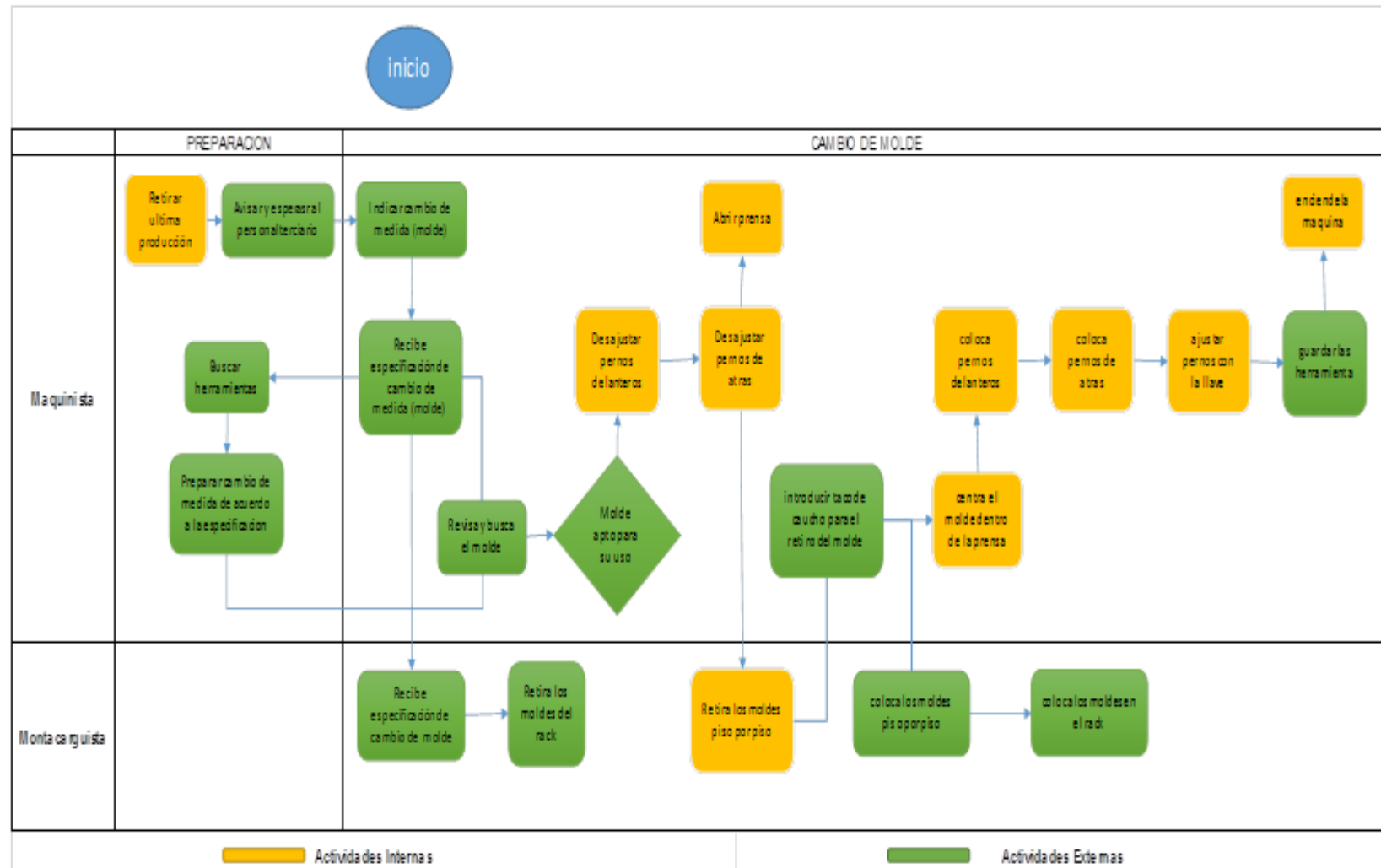
Grafico 21: *Cambio de molde*

Fuente: *IndelatEva S.A.C*



Actividades de cambio de molde entre el maquinista y el montacarguista

Tabla 22: Diagrama de flujo – Actividades internas y externas



Fuente: Elaboración propia

Una vez identificado las actividades internas de las externas del cambio de molde, se procedió a convertir las actividades internas en externas y mover actividades externas fuera del paro. En este paso se analizará cuál de las actividades que se realizan durante el paro se podrán simplificar o mejorar.

Tabla 23: *Separación de actividades*

| Z | Actividades | Internas | Externas |
|----|---|----------|----------|
| 1 | Apagar la maquina | X | |
| 2 | Retirar ultima plancha de la prensa | X | |
| 3 | Traer Herramientas | | X |
| 4 | Desajustar 4 pernos de adelante | X | |
| 5 | Desajustar 4 pernos de atrás | X | |
| 6 | Retirar los 4 pernos de adelante del molde con la mano | X | |
| 7 | Retirar los 4 pernos de atras del molde con la mano | X | |
| 8 | Montacarguista retira el molde de la prensa. | | X |
| 9 | Montacarguista coloca en una pallet porta moldes | | |
| 10 | Maquinista introduce taco de caucho para que el montacarguista pueda retirar el molde del portamolde. | | X |
| 11 | Montacarguista retira el molde del porta molde y lo coloca en la | X | |
| 12 | Maquinista centra el molde | X | |
| 13 | Maquinista coloca con la mano los 4 pernos cruzados con la mano. | X | |
| 14 | Maquinista completa en colocar los 4 pernos faltantes con la mano. | X | |
| 15 | Maquinista ajusta con llave los pernos de forma cruzada. | X | |
| 16 | Maquinista enciende y calienta el molde en la prensa. | X | |
| 17 | | | |

Fuente: *Elaboración propia*

En esta etapa, se tienen que eliminar algunas actividades externas para agilizar el proceso como indica la herramienta Smed, pero por ser actividades primordiales para el cambio de molde; entonces se tomó la medida de realizar una medida de actividades paralelas entre las 2 personas involucradas al cambio de molde, y se logró apreciar lo siguiente:

Tabla 24: *Actividades paralelas*

| ACTIVIDADES PARALELAS | |
|---|--|
| <u>MAQUINISTA</u> | <u>MONTACARGISTA</u> |
| Antes de retirar el ultimo molde llamar al montacarguista | Estar atento a los cambios, de acuerdo al programa de producción |
| Desajustar los pernos delanteros y traseros | Sacar los moldes del rack |
| Trae tacos de madera para soporte de los moldes | Retira los moldes de la prensa |
| Enciende la prensa para abrir las puertas | Acercar los moldes a la prensa |
| Se ajusta los pernos delanteros y traseros | Guardar los moldes |

Fuente: *Elaboración propia*

Grafico 22: *Actividades paralelas*



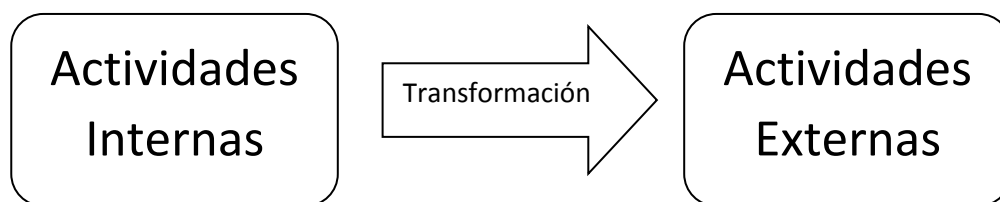
Las actividades múltiples entre el maquinista y el montacarguista

Al realizar un trabajo paralelo se logró obtener una reducción de tiempo y una separación de actividades internas y externas. Mejorando eficientemente la reducción de tiempo por el cambio de molde, estas actividades paralelas nos sirvieron para la identificación del siguiente paso.

Paso 3

En Conjunto con el equipo de trabajo, se da a la ejecución de todas las operaciones encontradas durante la observación de las actividades de cada uno de los operadores. En esta etapa se analiza, cuáles son las actividades que se efectúan durante la parada de máquina, para poder ejecutar y realizar la mejora de transformación de las operaciones internas transformar las en externas. como a su vez, la realización de actividades paralelas para optimizar tiempos. Como se mencionó en un inicio desde el paso anterior.

Entonces realizaremos nuevamente las identificaciones de cada actividad, pero ya transformadas, algunas actividades convertidas de internas a externas y algunas actividades externas que no generen valor sean eliminadas como indica la implementación del Smed.



Una vez establecida las actividades internas de las operaciones de la máquina, se pasa a definir una nueva secuencia de cambio, donde las actividades de distribuyen de tal manera que todos terminen al mismo tiempo. Se implementa la nueva secuencia de cambio y se toma la medición del nuevo tiempo cambiado.

Es por ello que en los cuadros posteriores se mencionara a las actividades a realizar ya implementado la herramienta Smed y su toma de tiempo de cada actividad, donde nos daremos cuenta del tiempo ganado que se obtuvo con la implementación.

Tabla 26: Hoja de observación - Después

| N | Actividades Situación Actual | maquinista | montacarguista | Análisis del tiempo | | Resultado de Actividades (Minutos) |
|---|---|------------|----------------|---------------------|----------|------------------------------------|
| | | | | Inicio | Final | |
| 1 | Apagar la maquina | X | | 00:00:00 | 00:00:05 | 0:00:05 |
| 2 | Retirar ultima plancha de la prensa | X | | 00:00:05 | 00:00:25 | 0:00:20 |
| 3 | Traer Herramientas | X | | 00:00:25 | 00:00:40 | 0:00:15 |
| 3 | Desajustar 4 pernos de adelante | X | | 00:00:40 | 00:03:11 | 0:02:31 |
| 4 | Desajustar 4 pernos de atrás | X | | 00:03:11 | 00:06:15 | 0:03:04 |
| 5 | Retirar los 4 pernos de adelante del molde con la mano | X | | 00:06:15 | 00:06:58 | 0:00:43 |
| 6 | Retirar los 4 pernos de atras del molde con la mano | X | | 00:06:58 | 00:08:19 | 0:01:21 |
| 7 | Montacarguista retira el molde de la prensa y los coloca en un | | X | 00:08:19 | 00:14:51 | 0:06:32 |
| 8 | Maquinista introduce taco de caucho para que el montacarguista pueda retirar el molde del portamolde. | X | | 00:14:51 | 00:15:01 | 0:00:10 |
| 9 | Montacarguista retira el molde del porta molde y lo coloca en la prensa. | | X | 00:15:01 | 00:15:39 | 0:00:38 |
| 10 | Maquinista centra el molde | X | | 00:15:39 | 00:18:12 | 0:02:33 |
| 11 | Maquinista coloca con la mano los 4 pernos cruzados con la m | X | | 00:18:12 | 00:25:47 | 0:07:35 |
| 12 | Maquinista completa en colocar los 4 pernos faltantes con la n | X | | 00:25:47 | 00:31:04 | 0:05:17 |
| 13 | Maquinista ajusta con llave los pernos de forma cruzada. | X | | 00:31:04 | 00:35:37 | 0:04:33 |
| 14 | Maquinista enciende y calienta el molde en la prensa. | X | | 00:35:37 | 01:18:17 | 0:42:40 |
| 15 | | | | | | 0:00:00 |
| SUMA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.... | | | | | | 1:18:17 |

Fuente: Elaboración propia

Paso 4 y 5

En esta fase, una vez establecida la secuencia de cambio, se estableció un procedimiento muy claro y sencillo para realizar el cambio, así como una lista de verificación para asegurar que los logros obtenidos en la aplicación del Smed se mantengan consistentemente. La cual se mostrará un plan de acción para los cambios logrados al implementar el Smed:

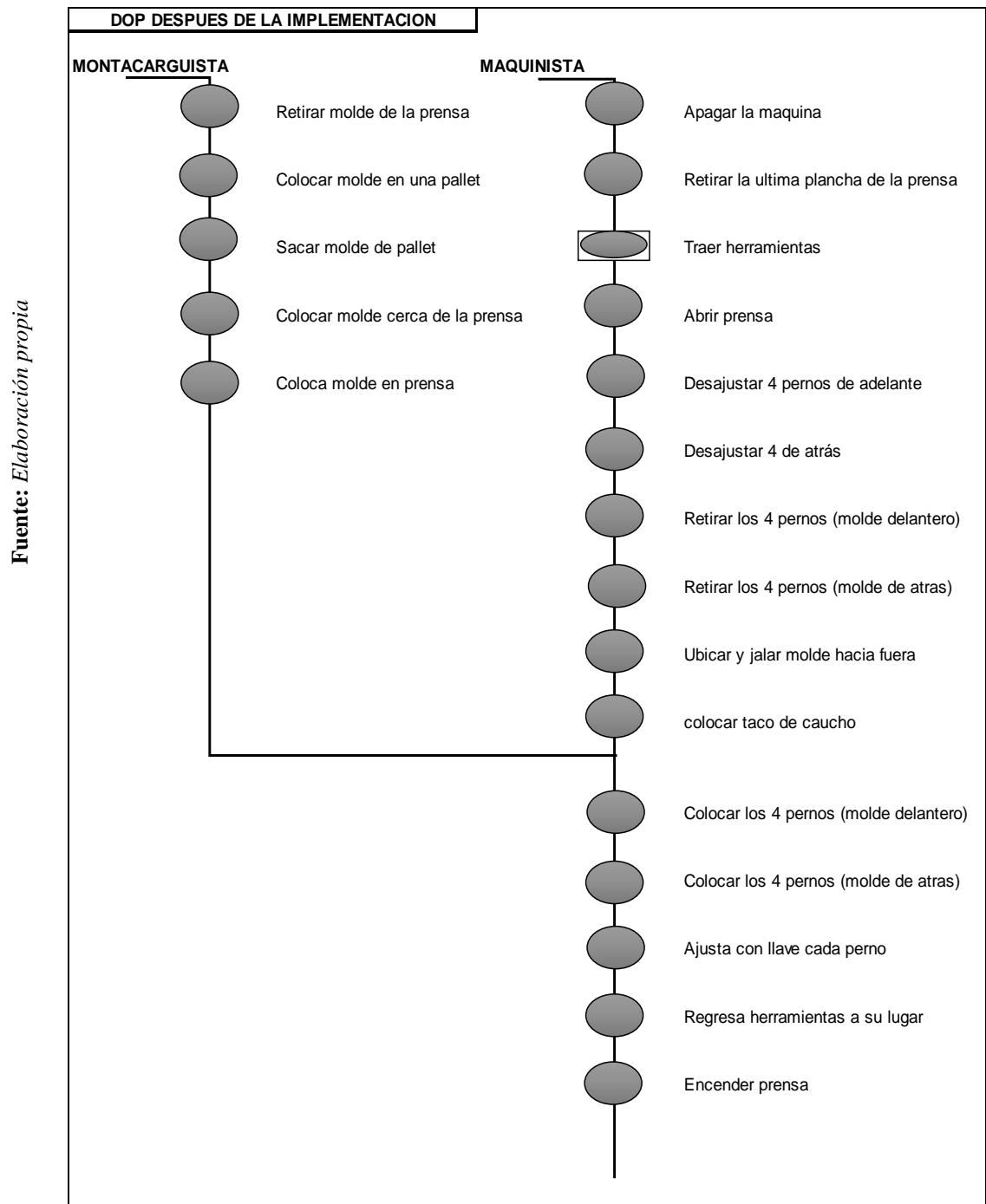
Tabla 27: *Plan de acción*

| PROBLEMA | ACCION REQUERIDA | RESPONSABLE | STATUS |
|--|---|--------------|------------|
| Deficiencia en el pre alistamiento de equipo | Realización de un cuadro chek list de preparación para un cambio de molde | practicante | realizado |
| | | jefe a cargo | realizado |
| | Entrenamiento en el uso de herramientas y cambio de molde | practicante | |
| Falta de herramientas | Compra de herramientas, pernos y llaves a la medida de los moldes | jefe a cargo | en proceso |
| Falta de entrenamiento | Realizar una verificación de conocimiento en los usos de herramientas | practicante | realizado |
| | Realizar una verificación de seguimiento de actividades al cambio | practicante | realizado |
| Falta de standarizacion | Realizar un listado de herramientas para el cambio de medida | practicante | realizado |
| | Colocación del listado de herramientas por cada prensa | practicante | realizado |
| Falta de control | Hacer un seguimiento diario por cada maquinista | practicante | realizado |
| | Realizacion de capacitaciones | jefe a cargo | en proceso |
| | Cheks list diario de avance y cambio | practicante | realizado |

Fuente: *Elaboración propia*

En este paso se utilizarán herramientas de rápida acción para disminuir el cambio de partes, reducir la necesidad de estar yendo de extremo a extremo de la maquina mediante las actividades en equipo, diseño estándar para eliminar cambios de accesorios, reubicar accesorios de uso en un cambio de molde para disminuir el tiempo en buscar o caminar.

Grafico 23: DOP - Después



Nuevo diagrama de operaciones, para dar una idea de la estandarización de actividades

Paso 6

En esta última etapa de la mejora se debe tener en cuenta un procedimiento instructivo muy claro, sencillo y conciso para que quede como guía de información para el cambio de material u herramienta, así como una lista de verificación para asegurar que los puntos efectuados en la aplicación de la metodología se mantengan consistentemente.

Establecer un tipo de indicador de tiempo que sirva como guía a los participantes u personal involucrado (maquinistas) los pasos, las actividades, el tiempo especificado por cada operación dentro del cambio de molde. Entonces, una vez obtenidos los tiempos de cambio de molde en las prensas, tendremos como objetivo estandarizar el tiempo de cada operación a emplear, de forma, que este nuevo estándar de tiempo sea respetado por todo el personal involucrado.

En esta última fase, se ve enfocado también al control e inspección continua sobre el cumplimiento de cada paso de la implementación de la herramienta Smed, también se creó una pequeña auditoria sobre el cambio de molde por cada maquinista, cada semana en los 2 turnos laborables dentro de la empresa, cumpliendo así, el control de estándar ya pre establecido.

Se programa las ejecuciones de las oportunidades de mejora que fueron encontrados durante la ejecución de aplicación del Smed. Posteriormente se capacito a los equipos restantes de la última secuencia distribuida por cada operario. Se agradece la participación de cada personal involucrado en la respuesta de la mejora obtenida por la aplicación de la herramienta Smed, haciéndose un reconocimiento a cada uno, por su apoyo y participación, dado que su participación es la parte principal y fundamental en el cambio de molde de cada prensa, y sin ella no se hubiera podido realizar la implementación del Smed.

Y se muestra que hemos ganado y que podemos hacer para seguir mejorando que son los siguientes:

Lo ganado durante la implantación:

- Se tiene una secuencia de trabajo con actividades definidas por cada integrante del equipo.

- El nuevo diagrama de operaciones (DOP), detallado paso a paso para saber el nuevo flujo de cambio
- Tener los pasos de un pre-alistamiento hasta el cambio molde
- La estandarización de tiempo por cada actividad en el cambio de molde las maquinas prensa.
- La realización de un nuevo manual de procedimientos con respecto al cambio de molde.
- Bajo costo por pago de la involucración de mano de obra por la empresa Induma (terciario)

2.7.4. Resultados de la mejora

Los siguientes resultados son los obtenidos antes y después de la implementación de la herramienta Smed con respecto a los cambios de molde pertenecientes a las máquinas de prensado.

- Análisis de la variable dependiente antes y después de aplicar Smed

Para hallar la productividad de cada máquina, se realizó una investigación de mes por mes, para llevar un balance de los tres meses antes de la aplicación de la herramienta Smed y los tres meses posteriores para poder obtener una diferencia de mejora en estos dos periodos. Para dar un mejor detalle se mostrará es siguiente cuadro:

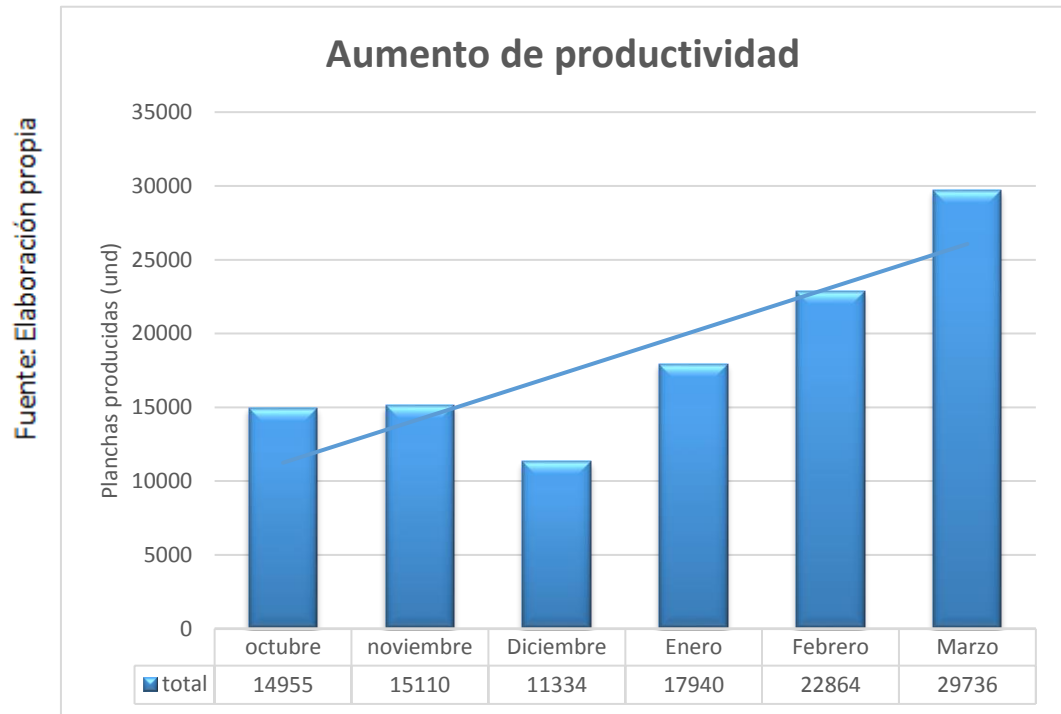
Tabla 28: *Análisis de tiempos*

| PRENSAS | ANTES | | | DESPUES | | |
|---------|---------|-----------|-----------|---------|---------|-------|
| | Octubre | Noviembre | Diciembre | Enero | Febrero | Marzo |
| 6 | 1244 | 2055 | 1487 | 1342 | | 2993 |
| 7 | 3919 | 4956 | 3869 | 5862 | 6810 | 8772 |
| 8 | 4334 | 4283 | 3329 | 4670 | 7168 | 9244 |
| 9 | 2291 | 1602 | 1247 | 2361 | 3336 | 3909 |
| 10 | 1787 | 1591 | 818 | 2088 | 3023 | 3643 |
| 11 | 1380 | 623 | 584 | 1261 | 1964 | 1019 |
| total | 14955 | 15110 | 11334 | 17940 | 22864 | 29736 |

Fuente: *Elaboración propia*

Para obtener esta información se obtuvo los tiempos en minutos de cada máquina por mes, donde podemos observar que en los meses antes de la aplicación de rendían menos cambios de molde por el tiempo empleado era mayor en su cambio de molde, y no se llegaba a la meta esperada en producción, pero observamos que en los meses posteriores después de la implementación la cifra aumenta, ya que ganamos tiempo de producción y se pueden generar más cambios de molde para obtener más producción de acuerdo a la demanda de los clientes. Entonces lo representaremos en los siguientes gráficos:

Gráfico 24: *Aumento de la productividad en el cambio de molde*



Índice representativo del aumento de la productividad en el cambio de molde

Observamos que se dio un aumento considerable para aumentar la productividad en el área de prensado.

- Indicadores de tiempos

Para hallar la mejora y tiempo ganado gracias a la aplicación de la herramienta en la máquina prensa dentro de las actividades de cambio de molde, se realizó una investigación de mes por mes, para llevar un balance de un post y pre test para poder obtener una diferencia de mejora en estos dos periodos. Con respecto al tiempo ganado por el cambio de molde, observaremos que después de implementar la herramienta Smed se redujo considerablemente el tiempo de cambio. Para dar un mejor detalle se mostrará los siguientes cuadros:

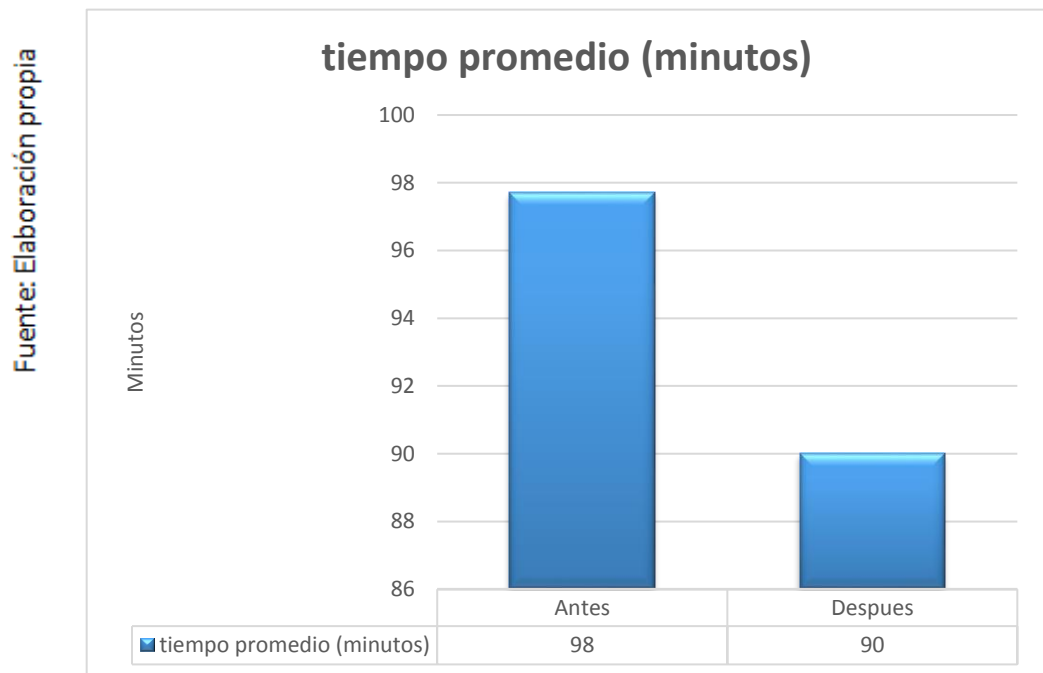
Tabla 29: *Análisis de tiempos*

| | Promedios (min) | |
|---------------------------|-----------------|---------|
| | Antes | Despues |
| Cantidad de cambios | 79 | 108 |
| Suma de tiempos (minutos) | 7711 | 9756 |
| tiempo promedio (minutos) | 98 | 90 |

Fuente: *Elaboración propia*

Observamos en la toma de tiempo antes y después, hay mejora de u ahorra de tiempo de 8 min por cambio el molde en una máquina, dentro del área de prensado de la empresa IndelatEva.

Gráfico 25: Tiempo de cambio de molde



Índice grafico de un antes y un después

2.7.5. Análisis económico – financiero

Todo proyecto de mejora tiene una inversión para su implementación, por lo tanto, es necesario saber en cuanto tiempo obtendremos los beneficios, teniendo en cuenta un costo inicial el cual se verá involucrado todo tipo de costos empleados. Solo así sabremos si los resultados serán beneficiosos para la empresa y sus inversionistas. Si se obtiene una ganancia a corto o largo plazo. Por lo tanto, para dar a conocer los beneficios obtenido por la herramienta Smed, se determinará lo siguiente:

2.7.5.1. Costos de inversión

- Costo por Herramientas

Durante el proyecto se identificó que el área no contaba con las herramientas para realizar el cambio de molde, por lo tanto, se compró herramientas que se utilizan durante el proceso de cambio, donde se brindó una lista de los materiales a obtener, las cantidades y sus respectivos precios de cada herramienta, como se presentara en la siguiente tabla.

Tabla: *Costo de Herramientas*

| Herramientas | | | | | |
|--------------|----------------|----------|----------|-------------|--------------|
| ITEM | Herramientas | cantidad | unidad | C/ unitario | total |
| 1 | PERNOS | 1 | paquete | S/. 300.00 | S/. 300.00 |
| 2 | LLAVES | 1 | paquete | S/. 300.00 | S/. 300.00 |
| 3 | GANCHOS | 1 | paquete | S/. 80.00 | S/. 80.00 |
| 4 | GUANTES | 30 | pares | S/. 9.00 | S/. 270.00 |
| 5 | LENTES | 30 | unidades | S/. 15.00 | S/. 450.00 |
| 6 | MANGAS | 30 | pares | S/. 10.00 | S/. 300.00 |
| 7 | CAPACITACIONES | 10 | capa. | S/. 300.00 | S/. 3,000.00 |
| Total | | | | | S/. 4,700.00 |

Fuente: *Elaboración propia*

- **Costo por Insumos**

Para la realización del cambio de molde también son muy importantes el uso de insumos, los cuales ayuda a que los moldes y las maquinas puedan estar en buen estado. De la misma forma, en la siguiente tabla se presentará una lista de todos los insumos a emplear, las cantidades y los costos de cada uno.

Tabla: Costo de Insumos

| Insumos | | | | | |
|---------|------------------------------|----------|-------------|-------|----------|
| ITEM | Insumos | Cantidad | C/ unitario | total | |
| 1 | Trapo industrial (kg.) | 30 | S/. 3.50 | S/. | 105.00 |
| 2 | Agente químico (Gl.) | 8 | S/. 60.00 | S/. | 480.00 |
| 3 | Silicona (Uni.) | 5 | S/. 22.00 | S/. | 110.00 |
| 4 | Cinta virginia (mtrs.) | 5 | S/. 80.00 | S/. | 400.00 |
| 5 | Lijas (hojas) | 10 | S/. 2.00 | S/. | 20.00 |
| 6 | Cintillo (bolsa) | 5 | S/. 3.00 | S/. | 15.00 |
| 7 | Escobilla tipo plancha(Uni.) | 5 | S/. 6.00 | S/. | 30.00 |
| 8 | Scotch Brite (paquete) | 2 | S/. 26.00 | S/. | 52.00 |
| 9 | Pintura Spray | 10 | S/. 9.00 | S/. | 90.00 |
| Total | | | | S/. | 1,302.00 |

Fuente: *Elaboración propia*

- **Costo por Equipos de Protección Personal (EPP)**

Para no poner en riesgo la seguridad del personal a cargo de cumplir la operación del cambio de molde realizada en la maquina prensa, se es necesario cubrir con el equipamiento necesario de equipos de protección personal para cada maquinista. En la siguiente tabla se describirá la lista de EPP, cantidades y su costo.

Tabla: Costo de EPP

| Equipos Protección Personal | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|----------|-------------|--------------|
| ITEM | EPP | Cantidad | C/ unitario | total |
| 1 | Guantes de jebe (Par) | 10 | S/. 12.00 | S/. 120.00 |
| 2 | Guantes de seguridad (Par) | 10 | S/. 50.00 | S/. 500.00 |
| 3 | Lentes de seguridad (Uni.) | 10 | S/. 20.00 | S/. 200.00 |
| 4 | Tapones auditivos (Uni.) | 10 | S/. 2.00 | S/. 20.00 |
| 5 | Zapatos de seguridad (Par) | 5 | S/. 50.00 | S/. 250.00 |
| 6 | Mameluco descartable (Uni.) | 10 | S/. 12.00 | S/. 120.00 |
| 7 | Casco de seguridad (Uni.) | 5 | S/. 55.00 | S/. 275.00 |
| Total | | | | S/. 1,485.00 |

Fuente: *Elaboración propia*

- **Costo por Mantenimiento**

La implementación de mejora se realizó en las maquinas prensa, lo cual se tomó las medidas correspondientes en el mantenimiento de estas, con el propósito de no presentar ninguna falla en el momento de la implementación de la mejora. Para nuestros primeros avances, se aplicó la mejora del Smed en solo tres máquinas como inicio a la implementación, la prensa 6 que fue nuestra maquina piloto para la toma de tiempo (por tener más cambios de molde en el día) y las prensas 7 y 8 por tener mayor productividad.

Tabla: Costo de Mantenimiento

| Costos mantenimiento | | | | |
|----------------------|----------|--------------|-------|---------------|
| ITEM | Máquinas | Costo/mes | Meses | Costo total |
| 1 | Prensa 6 | S/. 7,000.00 | 3 | S/. 21,000.00 |
| 2 | Prensa 7 | S/. 7,000.00 | 3 | S/. 21,000.00 |
| 3 | Prensa 8 | S/. 7,000.00 | 3 | S/. 21,000.00 |
| | | | | S/. 63,000.00 |

Fuente: *Elaboración propia*

- **Costo de Investigación**

La implementación de la mejora de la herramienta Smed, se vio costado por su investigador y los materiales que se brindó para el cumplimiento del proyecto de mejora.

Tabla: Recursos

| Recursos Humanos | | | | |
|------------------|---------------------|------------|-------|--------------|
| 1 | Investigador | Costo/mes | Meses | Costo total |
| 2 | Carol Arroyo Chunga | S/. 600.00 | 6 | S/. 3,600.00 |

| Recursos Materiales | | | | |
|---------------------|----------------------|------------|--------------|-------------------|
| Item | Descripción | Costo | Cantidad | Costo total |
| 2 | Tablet | S/. 550.00 | 1 | S/. 550.00 |
| 3 | Impresiones | S/. 100.00 | 1 | S/. 100.00 |
| 4 | Millar de hojas bond | S/. 30.00 | 1 | S/. 30.00 |
| 5 | Útiles de escritorio | S/. 20.00 | 1 | S/. 20.00 |
| 6 | Libros | S/. 40.00 | 3 | S/. 120.00 |
| 7 | USB | S/. 20.00 | 1 | S/. 20.00 |
| | | | Total | S/. 840.00 |

Fuente: *Elaboración propia*

Una vez evaluada el costo de los recursos del investigador se rindió un costo total para que sea parte de la inversión.

Tabla: Costo del Investigador

| costo del investigador | |
|------------------------|---------------------|
| Tipo de recurso | Costo |
| Recursos Humanos | S/. 3,600.00 |
| Recursos Materiales | S/. 840.00 |
| Total | S/. 4,440.00 |

Fuente: *Elaboración propia*

Entonces, una vez evaluada todos los requerimientos principales para la realización de la implementación de la mejora de la herramienta Smed para la eliminación de tiempos muertos en el proceso de cambio de moldes en las prensas, se tomó un total de todos los costos para ser parte de nuestra inversión total de la implementación.

Tabla: Costo de Implementación

| Costo implementación SMED | | |
|---------------------------|-----------------------------|---------------|
| ITEM | Actividad | Costo total |
| 1 | Costo del investigador | S/. 4,440.00 |
| 2 | Herramientas | S/. 4,700.00 |
| 3 | Insumos | S/. 1,212.00 |
| 4 | EPP | S/. 1,485.00 |
| 5 | Costo mantenimiento | S/. 63,000.00 |
| 6 | Capacitaciones sin producir | S/. 1,196.00 |
| TOTAL | | S/. 76,033.00 |

Fuente: *Elaboración propia*

2.7.5.2. Ganancia

Para obtener una idea de las ganancias obtenías, se hizo una comparación de acuerdo a la producción antes y después, con un costo mínimo de las planchas de microporoso producida por cada máquina. Como se mostrará en las siguientes tablas.

Tabla: Ganancia - Antes

| ANTES | | | | | | |
|--------|-----------|-----------------|-----------|-------------------|-----------|---------------|
| PRENSA | N° MOLDES | CAMBIOS POR DIA | N° CICLOS | TOTAL DE PLANCHAS | COSTO MIN | COSTO |
| PR. 06 | 3 | 3 | 25 | 75 | 100 | S/. 7,500.00 |
| PR. 07 | 4 | 1 | 70 | 280 | 50 | S/. 14,000.00 |
| PR. 08 | 4 | 1 | 70 | 280 | 50 | S/. 14,000.00 |
| | | | | | | S/. 35,500.00 |

Fuente: *Elaboración propia*

Una vez, realizada la implementación, obtuvimos una máxima productividad de las tres máquinas ya en mención, aumentando el tiempo de ciclo y con esto se aumentó las cantidades de planchas de microporoso producidas, entonces se calcula con un costo mínimo las planchas de microporoso producida por cada máquina. Como se mostrará en las siguientes tablas.

Tabla: Ganancia - Después

| DESPUES | | | | | | |
|---------|-----------|-----------------|-----------|-------------------|-----------|---------------|
| PRENSA | N° MOLDES | CAMBIOS POR DIA | N° CICLOS | TOTAL DE PLANCHAS | COSTO MIN | COSTO |
| PR. 06 | 3 | 3 | 28 | 84 | 100 | S/. 8,400.00 |
| PR. 07 | 4 | 1 | 71 | 284 | 50 | S/. 14,200.00 |
| PR. 08 | 4 | 1 | 71 | 284 | 50 | S/. 14,200.00 |
| | | | | | | S/. 36,800.00 |

Fuente: *Elaboración propia*

Entonces, haciendo una comparación de la ganancia de las ventas de un antes y después de la implementación, diremos que se obtuvo una ganancia de s/. 1 300 por día, en la cual calculamos por los 20 días laborados en el mes, se obtiene la siguiente ganancia

| AHORRO/DIA | días trabajados | MENSUAL |
|--------------|-----------------|---------------|
| S/. 1,300.00 | 20 | S/. 26,000.00 |

2.7.5.3. VAN, TIR y C/B

En la siguiente tabla se presentará el análisis económico financiero, con respecto al VAN (valor actual neto) con un tiempo de 6 meses y al TIR (tasa de interés de retorno), evaluando el proyecto en una tasa de inversión anual del 12%.

Donde obtendremos el siguiente resultado:

Tabla: *Análisis económico financiero*

| ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| MES | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| AHORRO | | S/. 26,000.00 | S/. 26,000.00 | S/. 26,000.00 | S/. 26,000.00 | S/. 26,000.00 | S/. 26,000.00 |
| INERSIÓN | S/. 76,033.00 | | | | | | |
| FLUJO NETO ECONOMICO | S/. -76,033.00 | S/. 26,000.00 | S/. 26,000.00 | S/. 26,000.00 | S/. 26,000.00 | S/. 26,000.00 | S/. 26,000.00 |

S/. 156,000.00

| | |
|--------------|---------------|
| TASA MENSUAL | 12% |
| VAN | S/. 30,863.59 |
| TIR | 25% |
| B/C | S/. 2.05 |

Fuente: *Elaboración propia*

Mediante el cuadro de análisis económico financiero observamos que la ganancia obtenida es de s/. 30 863.59 con una tasa de retorno del 25%, quiere decir que el proyecto de la aplicación del Smed para mejorar el proceso de prensado de la empresa IndelatEva es viable.

III.RESULTADOS

3.1. Análisis descriptivo

Para tener un mayor alcance de la mejora obtenida por la implementación de la herramienta Smed, identificaremos los datos de las variables dependiente e independiente, juntamente con sus dimensiones eficiencia y eficacia en la mano de obra de cada maquinista, hicimos una prueba de una de 54 días, hallando el número de cambios de molde realizados en los diferentes turnos, donde se tomó el tiempo total por día, el peso de acuerdo a la producción diaria, para poder hallar los siguientes datos:

- **VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED**

En esta variable se halló el tiempo ganado por la implementación de la herramienta Smed como ya se había mencionado antes. Para dar un mejor detalle se mostrará los siguientes cuadros:

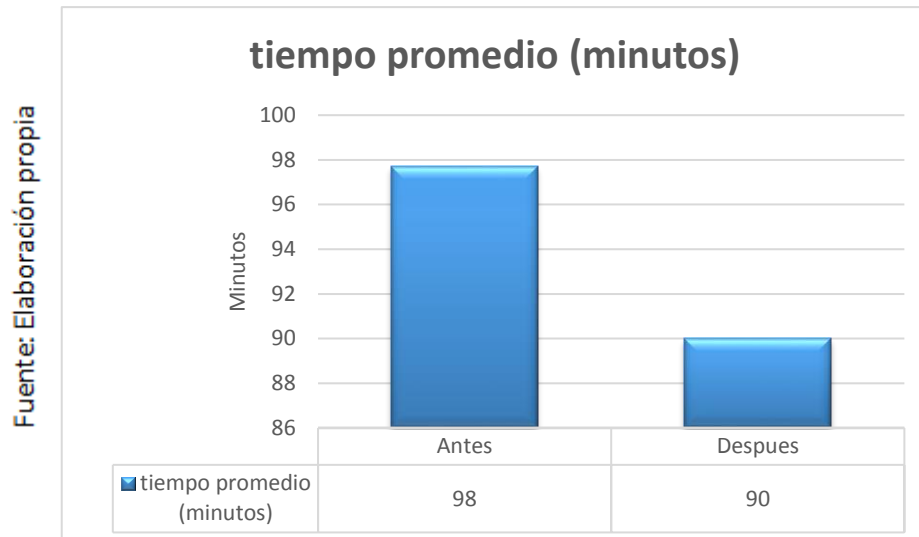
Tabla 33: *Análisis de tiempos*

| | Promedios (min) | |
|---------------------------|-----------------|---------|
| | Antes | Despues |
| Cantidad de cambios | 79 | 108 |
| Suma de tiempos (minutos) | 7711 | 9756 |
| tiempo promedio (minutos) | 98 | 90 |

Fuente: *Elaboración propia*

Observamos en la toma de tiempo antes y después, hay mejora de u ahorra de tiempo por el cambio el molde en una máquina, dentro del área de prensado de la empresa IndelatEva.

Gráfico 27: *Tiempo de cambio de molde*



Indicador comparativo de *Tiempo de cambio de molde Antes y Después*

- **VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD**

En esta variable se hallará las mejoras de productividad y sus dos dimensiones que es eficiencia y eficacia. Para dar un mejor detalle se mostrará los siguientes cuadros comenzando con productividad:

Tabla 34: *Productividad*

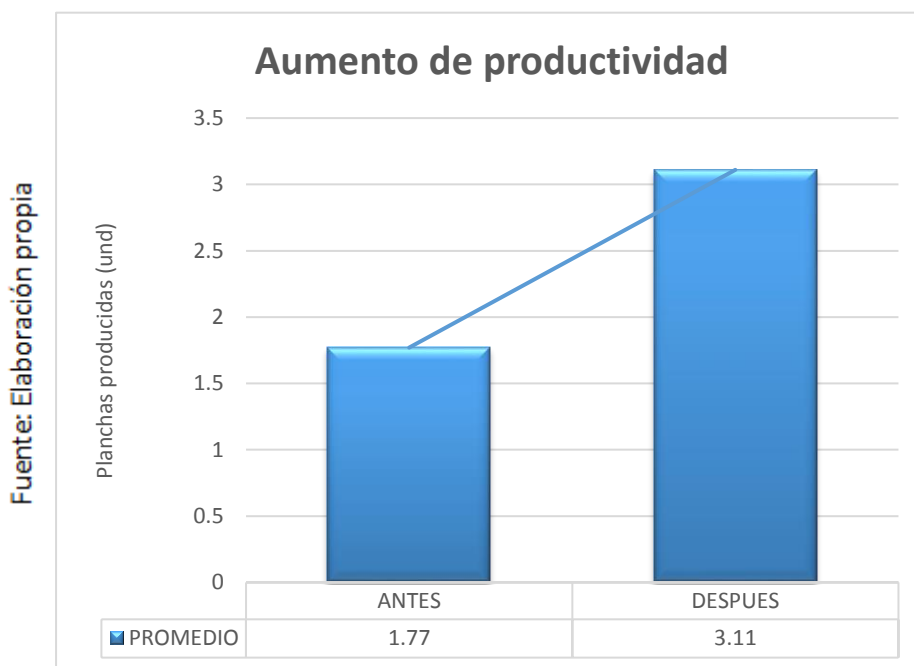
| PRODUCTIVIDAD | | |
|---------------|-------|---------|
| ITEM | ANTES | DESPUES |
| 1 | 1.52 | 2.71 |
| 2 | 1.70 | 3.06 |
| 3 | 2.34 | 2.68 |
| 4 | 1.88 | 3.03 |
| 5 | 1.61 | 2.67 |
| 6 | 1.67 | 2.46 |
| 7 | 1.64 | 2.44 |
| 8 | 1.21 | 2.29 |
| 9 | 1.37 | 2.59 |

| | | |
|----|------|------|
| 10 | 1.45 | 2.44 |
| 11 | 1.89 | 3.15 |
| 12 | 1.74 | 3.02 |
| 13 | 1.41 | 2.85 |
| 14 | 1.75 | 3.04 |
| 15 | 1.85 | 2.79 |
| 16 | 1.63 | 2.22 |
| 17 | 1.93 | 2.75 |
| 18 | 1.54 | 3.19 |
| 19 | 1.70 | 2.71 |
| 20 | 1.95 | 2.72 |
| 21 | 1.31 | 2.69 |
| 22 | 1.60 | 3.35 |
| 23 | 1.85 | 2.81 |
| 24 | 1.93 | 3.86 |
| 25 | 2.06 | 2.99 |
| 26 | 1.21 | 3.29 |
| 27 | 1.73 | 3.29 |
| 28 | 2.90 | 3.23 |
| 29 | 2.19 | 3.75 |
| 30 | 1.10 | 3.39 |
| 31 | 1.99 | 2.78 |
| 32 | 2.04 | 3.36 |
| 33 | 1.15 | 3.72 |
| 34 | 1.44 | 3.75 |
| 35 | 1.70 | 3.42 |
| 36 | 2.74 | 3.51 |
| 37 | 2.53 | 3.14 |
| 38 | 2.38 | 3.76 |
| 39 | 1.46 | 2.90 |
| 40 | 2.45 | 3.56 |
| 41 | 1.84 | 4.44 |
| 42 | 1.25 | 4.16 |
| 43 | 1.80 | 2.87 |
| 44 | 1.95 | 3.56 |
| 45 | 1.71 | 3.84 |
| 46 | 1.81 | 3.67 |

| | | |
|------|------|------|
| 47 | 1.51 | 2.72 |
| 48 | 1.31 | 2.60 |
| 49 | 1.69 | 3.49 |
| 50 | 1.74 | 3.24 |
| 51 | 2.05 | 3.35 |
| 52 | 1.52 | 3.33 |
| 53 | 1.94 | 2.20 |
| 54 | 1.85 | 3.01 |
| PROM | 1.77 | 3.11 |

Se observa en la tabla el comparativo de los índices de productividad donde el antes es de 1.77 y ahora se encuentra con un 3.11 de promedio, entonces podemos decir que ha tenido un incremento de 2.66. En el siguiente grafico se podrá observar las mejoras del antes y después de la implementación de la herramienta Smed, para mejorar la productividad de trabajo en el área de prensado de la empresa IndelatEva.

Grafico 28: Aumento de la *Productividad*



Indicador del Aumento de la *Productividad*

3.2. Dimensión Eficiencia:

En esta dimensión se hallará las mejoras de eficiencia y su indicador que es la mano de obra.

Para dar un mejor detalle se mostrará los siguientes cuadros:

Tabla 35: Eficiencia

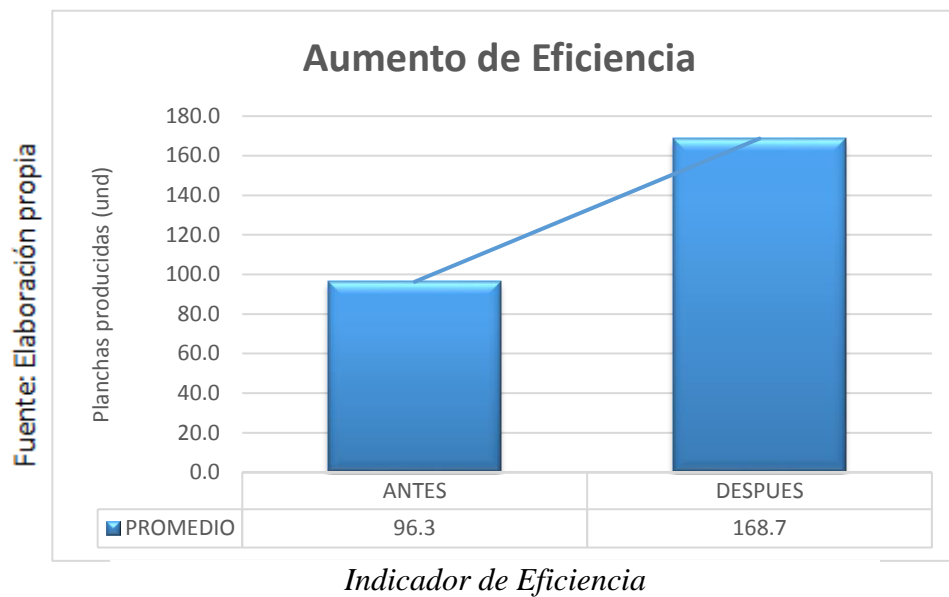
| EFICIENCIA | | |
|------------|--------|---------|
| ITEM | ANTES | DESPUES |
| 1 | 75.39 | 143.04 |
| 2 | 86.09 | 160.25 |
| 3 | 127.54 | 148.89 |
| 4 | 103.30 | 165.37 |
| 5 | 85.43 | 146.56 |
| 6 | 96.45 | 132.02 |
| 7 | 97.64 | 131.62 |
| 8 | 61.47 | 122.11 |
| 9 | 72.04 | 142.16 |
| 10 | 78.21 | 136.21 |
| 11 | 107.47 | 167.70 |
| 12 | 91.53 | 159.92 |
| 13 | 80.72 | 157.13 |
| 14 | 101.50 | 167.36 |
| 15 | 101.21 | 149.89 |
| 16 | 90.28 | 113.33 |
| 17 | 106.71 | 146.35 |
| 18 | 86.19 | 177.15 |
| 19 | 93.69 | 149.93 |
| 20 | 101.58 | 151.66 |
| 21 | 70.66 | 144.01 |
| 22 | 88.75 | 179.90 |
| 23 | 93.18 | 149.55 |
| 24 | 98.60 | 209.71 |
| 25 | 108.82 | 165.08 |
| 26 | 61.76 | 172.58 |
| 27 | 86.62 | 187.71 |
| 28 | 160.05 | 178.29 |
| 29 | 122.11 | 211.61 |
| 30 | 60.12 | 189.41 |
| 31 | 110.41 | 151.14 |
| 32 | 102.92 | 180.15 |

| | | |
|-------------|--------|--------|
| 33 | 65.53 | 204.23 |
| 34 | 72.66 | 208.01 |
| 35 | 92.45 | 185.23 |
| 36 | 160.97 | 193.45 |
| 37 | 145.43 | 172.67 |
| 38 | 129.99 | 210.76 |
| 39 | 88.22 | 153.31 |
| 40 | 131.80 | 199.38 |
| 41 | 104.14 | 226.67 |
| 42 | 65.23 | 217.87 |
| 43 | 95.85 | 159.99 |
| 44 | 108.94 | 189.50 |
| 45 | 88.24 | 208.01 |
| 46 | 104.81 | 189.08 |
| 47 | 82.50 | 147.60 |
| 48 | 69.75 | 137.81 |
| 49 | 98.72 | 187.13 |
| 50 | 88.84 | 183.62 |
| 51 | 111.08 | 185.76 |
| 52 | 85.78 | 175.44 |
| 53 | 104.25 | 115.84 |
| 54 | 96.46 | 168.78 |
| PROM | 96.30 | 168.67 |

Se observa en la tabla el comparativo de los índices de eficiencia donde el antes es de 96.30 y ahora se encuentra con un 168.67 de promedio, entonces podemos decir que ha tenido un incremento de 72.37

En el siguiente grafico se podrá observar las mejoras del antes y después de la implementación de la herramienta Smed, para mejorar la productividad de trabajo en el área de prensado de la empresa IndelatEva.

Gráfico 29: Aumento de la *Eficiencia*



3.3. Dimensión Eficacia:

En esta dimensión se hallará las mejoras de eficacia y su indicador que es la mejora de la máquina. Para dar un mejor detalle se mostrará los siguientes cuadros:

Tabla 36: *Eficacia*

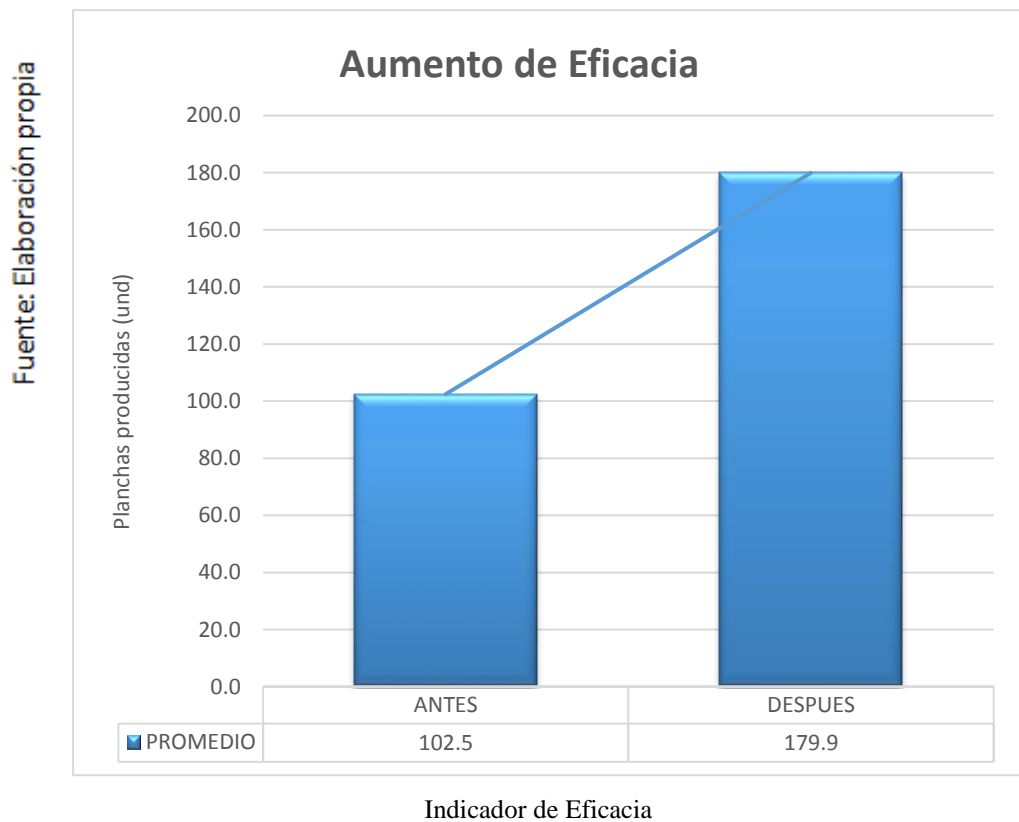
| EFICACIA | | |
|----------|--------|---------|
| ITEM | ANTES | DESPUES |
| 1 | 100.29 | 162.19 |
| 2 | 108.08 | 185.32 |
| 3 | 134.71 | 150.49 |
| 4 | 106.44 | 173.41 |
| 5 | 96.46 | 152.34 |
| 6 | 88.67 | 144.20 |
| 7 | 84.70 | 141.68 |
| 8 | 77.24 | 135.60 |
| 9 | 83.17 | 147.50 |
| 10 | 84.76 | 136.08 |
| 11 | 103.39 | 186.51 |
| 12 | 105.02 | 180.51 |
| 13 | 76.06 | 161.02 |
| 14 | 93.12 | 171.69 |
| 15 | 105.23 | 163.34 |

| | | |
|-------------|--------|--------|
| 16 | 91.28 | 139.93 |
| 17 | 109.03 | 163.38 |
| 18 | 85.26 | 179.33 |
| 19 | 95.73 | 153.14 |
| 20 | 119.05 | 151.39 |
| 21 | 76.06 | 158.24 |
| 22 | 89.74 | 196.68 |
| 23 | 119.27 | 166.93 |
| 24 | 121.76 | 222.58 |
| 25 | 123.54 | 168.93 |
| 26 | 77.10 | 198.97 |
| 27 | 112.01 | 178.21 |
| 28 | 163.65 | 182.63 |
| 29 | 121.95 | 205.88 |
| 30 | 63.02 | 188.90 |
| 31 | 111.39 | 160.47 |
| 32 | 130.73 | 197.12 |
| 33 | 62.23 | 212.19 |
| 34 | 91.88 | 210.54 |
| 35 | 97.78 | 198.38 |
| 36 | 143.13 | 198.20 |
| 37 | 135.87 | 178.89 |
| 38 | 136.52 | 207.98 |
| 39 | 74.22 | 173.71 |
| 40 | 143.59 | 196.86 |
| 41 | 100.70 | 280.35 |
| 42 | 76.40 | 252.34 |
| 43 | 107.13 | 159.62 |
| 44 | 108.98 | 211.10 |
| 45 | 106.13 | 222.15 |
| 46 | 95.98 | 228.55 |
| 47 | 86.93 | 157.43 |
| 48 | 77.47 | 154.83 |
| 49 | 89.46 | 205.49 |
| 50 | 110.51 | 176.93 |
| 51 | 119.26 | 188.09 |
| 52 | 83.21 | 200.08 |
| 53 | 113.56 | 132.14 |
| 54 | 113.82 | 166.63 |
| PROM | 102.46 | 179.95 |

Se observa en la tabla el comparativo de los índices de eficiencia donde el antes es de 102.46 y ahora se encuentra con un 179.95 de promedio, entonces podemos decir que ha tenido un incremento de 77.49

En el siguiente grafico se podrá observar las mejoras del antes y después de la implementación de la herramienta Smed, para mejorar la productividad de trabajo en el área de prensado de la empresa IndelatEva.

Gráfico 30: Aumento de la Eficacia



3.4. Análisis inferencial

3.4.1. Análisis de la hipótesis general

H0: La aplicación de Smed No mejora la productividad en el proceso de prensado de microporoso.

Ha: La aplicación de Smed mejora la productividad en el proceso de prensado de microporoso.

En IndelatEva:

A fin de proceder a contrastar la hipótesis general, se determinará si todos los datos que corresponden a variable productividad en un pre y post Test tienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico, para poder completar nuestro análisis de decisión.

Como sabemos que, si los datos obtenidos son mayores a 30, como esta en nuestro caso por la cantidad de Item de observaciones empleadas, entonces se usara en método de KOLMOGOROV SMIRNOV, para mi variable productividad.

- Hipótesis estadística o regla de decisión

$$H_0 = \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a = \mu_a < \mu_d$$

Entonces decimos:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 37: Prueba de normalidad de productividad antes y después

| Pruebas de normalidad | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| ProductAntes | ,109 | 54 | ,164 | ,955 | 54 | ,041 |
| ProductDespues | ,076 | 54 | ,200 [*] | ,981 | 54 | ,539 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la tabla 1, se puede verificar que la significancia de las productividades, antes y después, tienen valores mayores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que ambos comportamientos son paramétricos. Dado que lo que se quiere es saber si la productividad ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de T de Student.

Tabla 38: Estadísticos descriptivos antes y después T-Student

| Estadísticas de muestras emparejadas | | | | | |
|--------------------------------------|----------------|--------|----|---------------------|-------------------------|
| | | Media | N | Desviación estándar | Media de error estándar |
| Par 1 | ProductAntes | 1,7633 | 54 | ,38163 | ,05193 |
| | ProductDespues | 3,1030 | 54 | ,49620 | ,06752 |

Fuente: Elaboración propia SPSS

De la tabla en mención, ha quedado demostrado que la media de la productividad antes (1,76) es menor que la media de la productividad después (3,10), por consiguiente, no se cumple H_0 : $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del Smed no mejora la productividad, y se acepta la hipótesis de investigación, por la cual queda demostrado que la aplicación del Smed mejora la productividad en el proceso de prensado de microporoso en la empresa IndelatEva.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de T de Student a ambas productividades.

Recordamos la regla de decisión:

Si $\rho_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $\rho_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 39: Prueba de muestras emparejadas

| | | Diferencias emparejadas | | | | | | | |
|-------|-------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|----------|---------|----|------------------|
| | | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | t | gl | Sig. (bilateral) |
| | | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 | ProductAntes - ProductDespues | -1,33963 | ,57370 | ,07807 | -1,49622 | -1,18304 | -17,159 | 53 | ,000 |

Fuente: Elaboración propia SPSS

De la tabla en mención, se puede verificar que la significancia de la prueba de T de Student, aplicada a la productividad antes y después es de 0. Entonces, de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del Smed mejora la productividad en el proceso de prensado de microporoso en la empresa IndelatEva.

3.4.2. Análisis de la primera hipótesis específica

H0: La aplicación de Smed No mejora la eficiencia en el proceso de prensado de microporoso.

Ha: La aplicación de Smed mejora la eficiencia en el proceso de prensado de microporoso.

A fin de poder contrastar la primera hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la eficiencia antes y después tienen un comportamiento

paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $\rho_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $\rho_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 40: *Prueba de normalidad de Eficiencia antes y después*

| Resumen de procesamiento de casos | | | | | | |
|-----------------------------------|--------|------------|----------------|------------|-------|------------|
| | Válido | | Casos Perdidos | | Total | |
| | N | Porcentaje | N | Porcentaje | N | Porcentaje |
| EficienciaAntes | 54 | 100,0% | 0 | 0,0% | 54 | 100,0% |
| EficienciaDespues | 54 | 100,0% | 0 | 0,0% | 54 | 100,0% |

Fuente: *Elaboración SPSS*

De la tabla 1, se puede verificar que la significancia de las productividades, antes y después, tienen valores mayores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que ambos comportamientos son paramétricos. Dado que lo que se quiere es saber si la productividad ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de T de Student.

Tabla 41: *Estadísticos emparejados antes y después T-Student*
Estadísticas de muestras emparejadas

| | | Media | N | Desviación estándar | Media de error estándar |
|-------|-------------------|----------|----|---------------------|-------------------------|
| Par 1 | EficienciaAntes | 96,2941 | 54 | 22,25183 | 3,02809 |
| | EficienciaDespues | 168,6654 | 54 | 27,15858 | 3,69581 |

Fuente: *Elaboración SPSS*

De la tabla en mención, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia antes (96,2) es menor que la media de la productividad después (168,6), por consiguiente, no se cumple **H₀:**

$\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del Smed no mejora la productividad, y se acepta la hipótesis de investigación, por la cual queda demostrado que la aplicación del Smed mejora la productividad en el proceso de prensado de microporoso en la empresa IndelatEva.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de T de Student a ambas productividades.

Recordamos la regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

De la tabla en mención, se puede verificar que la significancia de la prueba de la T-Student, aplicada a la eficiencia antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del SMED mejora la Eficiencia en el proceso de prensado de microporoso.

Tabla 42: Prueba de muestras

| Prueba de muestras emparejadas | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|-----------|---------|----|------------------|
| | | Diferencias emparejadas | | | | | | | |
| | | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | t | gl | Sig. (bilateral) |
| | | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 | EficienciaAntes - EficienciaDespues | -72,37130 | 31,45999 | 4,28116 | -80,95822 | -63,78437 | -16,905 | 53 | ,000 |

Fuente: Elaboración SPSS

3.4.3. Análisis de la segunda hipótesis específica

H0: La aplicación de Smed No mejora la eficacia en el proceso de prensado de microporoso.

Ha: La aplicación de Smed mejora la eficacia en el proceso de prensado de microporoso.

A fin de poder contrastar la primera hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la eficiencia antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 43: Prueba de normalidad Eficacia antes y después

| Resumen de procesamiento de casos | | | | | | |
|-----------------------------------|--------|------------|----------------|------------|-------|------------|
| | Válido | | Casos Perdidos | | Total | |
| | N | Porcentaje | N | Porcentaje | N | Porcentaje |
| EficaciaAntes | 54 | 100,0% | 0 | 0,0% | 54 | 100,0% |
| EficaciaDespues | 54 | 100,0% | 0 | 0,0% | 54 | 100,0% |

Fuente: Elaboración SPSS

De la tabla en m... as, antes y después, tienen valores menores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamiento paramétrico y no paramétricos. Dado que lo que se quiere es saber si la eficacia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Tabla 44: Estadísticos descriptivos Eficacia antes y después

| Estadísticos descriptivos | | | | | |
|---------------------------|----|----------|---------------------|--------|----------|
| | N | Media | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
| EficaciaAntes | 54 | 307,7850 | 1510,36368 | 62,22 | 11200,00 |
| EficaciaDespues | 54 | 544,7241 | 2683,36705 | 132,14 | 19897,00 |

Fuente: Elaboración SPSS

De la tabla en mención, ha quedado demostrado que la media de la eficacia antes (307,7) es menor que la media de la productividad después (544,7), por consiguiente, no se cumple **H₀:** $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del Smed no mejora la productividad, y se acepta la hipótesis de investigación, por la cual queda demostrado que la aplicación del Smed mejora la productividad en el proceso de prensado de microporoso en la empresa IndelatEva.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el *p_{valor}* o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de wilcoxon.

Tabla 45: Estadísticos de prueba Wilcoxon

| Estadísticos de prueba ^a | |
|-------------------------------------|--|
| | EficaciaDesp ues - EficaciaAntes |
| Z | -5,937 ^b |
| Sig. asintótica (bilateral) | ,000 |

Fuente: Elaboración SPSS

De la tabla 3, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del SMED mejora la Eficacia del proceso de prensado de microporoso en la empresa IndelatEva.

IV.DISCUSIÓN

Luego de haberse ejecutado la aplicación del Smed para mejorar la productividad en el proceso de prensado de microporoso en la empresa IndelatEva, queda comprobado, ya que se obtiene con el pvalor un resultado de 0.000. Dichos datos son coherentes con: La investigación desarrollada por SUCCONINI, Luis (2013) tiene como objetivo primordial el mejorar la productividad usando herramientas lean con la finalidad de optimizar sus procesos al detectar que existe un 16,5% de actividades que no generan ningún valor al producto y de los cuales se deben prescindir para mejorar. Asimismo, para Carro y Gonzales (2010, p.1), “Productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos” (p1).

Por consiguiente, el análisis inferencial de la primera hipótesis específica: La aplicación del SMED mejora la eficiencia del proceso de prensado de microporoso en la empresa IndelatEva, queda evidenciada, donde se obtuvo como pvalor un resultado de 0.000. Dichos datos coinciden con MEJIA, Samir (2013) quien sostiene en su investigación basada en el análisis, el diagnóstico y las propuestas de mejora y todo esto mediante la implementación del SMED. Según los resultados obtenidos se demuestra que las herramientas de manufactura esbelta o también llamado Lean Manufacturing dan a la empresa una ventaja competitiva en flexibilidad, calidad y cumplimiento. Asimismo, Para Prokopenko, Joseph (1989), la “Eficiencia significa producir bienes de alta calidad en el menor tiempo posible. Sin embargo, debe considerarse si esos bienes se necesitan” (p4).

Por último, el análisis inferencial de la segunda hipótesis específica La aplicación del SMED mejora la eficacia del proceso de prensado de microporosa de la empresa IndelatEva, queda comprobada, ya que se obtiene como pvalor un resultado de 0.000. Conforme a lo señalado, dichos resultados coinciden con BALUIS, Carlos. (2013) Cuyo objetivo fue el de mejorar los procesos productivos y que den una mayor rentabilidad a la empresa, desde la implementación de herramientas de Lean Manufacturing tales como el Kanban y SMED; y llegando a la conclusión que es de suma importancia la recolección de datos para obtener un diagnostico actual y de cómo la importancia de Lean Manufacturing y sus herramientas, la facilidad de su aplicación y el gran impacto que puede tener en la empresa. Además, para García, Alfonso (2011), la “Eficacia Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas” (p304).

V. CONCLUSIÓN

Se concluye que la aplicación del Smed, ha mejorado la productividad en el área de prensado, dentro de la empresa Indelat Eva, el cual mediante un compromiso e inspección de las actividades y el cumplimiento de pasos, como también de un análisis adecuado para la reducción de tiempo en el cambio de molde de las máquinas de prensado, dado que se optimizo tiempo y mejoro la productividad encontrada en un 1.77 y al aplicar la investigación de la implementación de la herramienta Smed, se obtuvo 3.11 de productividad, logrando una mejora considerable. Logrando una mayor productividad,

Se concluye que la aplicación del Smed, ha mejorado la eficiencia de la mano de obra en la reducción de tiempos en el cambio de molde, se logró agilizar los procesos y la estandarización de cada proceso en el cambio de molde. Esto genera una mayor participación en la producción, ya que antes de la mejora, el nivel de eficiencia era de un 83% y al implementar el Smed se obtuvo un resultado de 95%

Se concluye que la aplicación del Smed, ha mejorado la eficacia de los maquinas prensa, debido de que gracias al tiempo ganado por cada cambio de molde, se ha logrado aumentar la producción y la capacidad de produccion, dado que antes de la mejora, el nivel de eficacia era de 89% y después de la implementación se obtuvo el resultado de 95%

VI. RECOMENDACIÓN

Se recomienda que para una correcta implementación de la herramienta Smed en otras áreas u maquinas, se debe tener un compromiso general de todas las partes involucradas, dado que de esta manera se lograra obtener un aprendizaje más rápido del enfoque de la herramienta Smed para la reducción de tiempo, y aumento de la productividad, optimizando tiempos y el flujo de cada proceso involucrado, eliminando los tiempos improductivos y las actividades que no generan valor. Realizando siempre una investigación y verificación del cumplimiento de la estandarización de los procesos.

Se recomienda también que para que la eficiencia de la mano de obra dentro del trabajo mejore, es necesario programar periódicamente un análisis e inspección de los procesos, crear nuevos estándares de trabajo y no quedarse por mucho tiempo con los estándares de trabajo antiguos. Como también hacer que todo el personal tenga un compromiso hacia las mejoras realizadas dentro de los procesos de producción.

Finalmente se recomienda que para la aplicación de la herramienta SMED pueda incrementar nuestra eficacia en las máquinas de producción dentro de la empresa, se debe aplicar un estudio de la maquinaria y sus respectivos análisis de mantenimiento, generando un control diario de todos los cambios molde de prensado de la empresa para que de esta manera no se pierda el estándar de tiempo de cambio molde.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ R, Carla y Jara G. Paola. Análisis y mejora de procesos en una empresa embotelladora de bebidas rehidratantes. Tesis (Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2012. 106p.

- BENJAMÍN T. Rieger. Desarrollo de un método visual para el análisis y la evaluación del nivel de productividad en la fabricación industrial basado en la variación del flujo de valor. Tesis (Doctoral). Langenau, Alemania: Universidad Nacional de Educación a Distancia Escuela Técnica superior de Ingenieros Industriales. 2011. 193 p.

- CUC Cab, Alex. Aplicación de la técnica smed en la fabricación de envases aerosoles. Tesis (Ingeniero Industrial). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 175p.

- CRUELLES, José. Productividad industrial. 1. ed. Barcelona: Marcombo Ediciones Técnicas - Zedegon, 2013. 830 p.
ISBN: 9788426718785

- ESPEJO Ruiz, Leonardo. Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura. Tesis (ingeniería técnica industrial). Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya, 2011. 139 p.

- GARCÍA, Alfonso. Productividad y reducción de costos. 2a. ed. México, D. F.: Trillas, 2011. 304 p.
ISBN: 9786075000428

- GUTIERREZ, Humberto. Calidad y productividad. 4. ed. México, D.F.: McGraw Hill Interamericana, 2010. 363 p.
ISBN: 9786071503152

- MEJÍA C, Samir. Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de

manufactura Esbelta. Tesis (Ingeniería industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2013. 119 p.

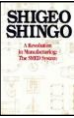
- PALOMINO Espinoza, Miguel. Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica Del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2012. 108 p.
- ROMO Palma, Ana. Aplicación de la técnica SMED para Set Up de cambio rápido en línea Lamination de la empresa PROMASA S.A. Planta Puertas. Tesis (Ingeniero Civil Industrial). Suroeste de Chillán, Chile: Universidad del Bio-Bio, Facultad de Ingeniería, 2009. 124 p.
- SHIGEO, Shingo. Una revolución en la producción: el sistema smed. 3. ed. Madrid, 1993. 399 p.
ISBN: 8487022022
- SOCCONINI, Luis. *Lean manufacturing*. 3. ed. México: Norma, 2011. 355 p.
ISBN: 9789700919324
- TORRES G, Rubén. Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica. Tesis (Ingeniería industrial). Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de ingeniería, 2014. 143 p.

VIII. ANEXO

Anexo 1: Matriz de consistencia

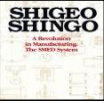
| TITULO | PROBLEMA | OBJETIVO | HIPOTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOLOGIA | INSTRUMENTOS |
|---|---|--|--|-------------------------------|-----------------------------|---|--|---|
| Aplicacion del smed para mejorar la productividad en el proceso de prensado de microporoso en la empresa Indelat Eva S.A.C, Independencia, Lima, 2017 | Problema General | Objetivo General | Hipotesis General | Variable Independiente | Actividades Internas | $\%TAI = (T.T - TAE / TT) \times 100$ | Tipo La aplicación es cuantitativa aplicada | Camara de video |
| | ¿Cómo la aplicación del smed mejorara la productividad de la maquina prensa en la empresa IndelatEva S.A.C? | Determinar como la aplicación del smed mejora la productividad de la maquina prensa en la empresa IndelatEva S.A.C | La aplicación del smed mejora la productividad de la maquina prensa en la empresa IndelatEva S.A.C | SMED | | $\%TAI = (T.T - TAE / TT) \times 100$ $\%TAE =$ Porcentaje de Tiempo de actividades internas $TT =$ Tiempo total $TAE =$ Tiempo de | | |
| | Problemas Especificos | Objetivos Especificos | Hipotesis Especificos | | Variable Dependiente | Actividades Externas | $\%TAI = (T.T - TAI / TT) \times 100$ $\%TAE =$ Porcentaje de Tiempo de actividades externas $TT =$ Tiempo total $TAE =$ Tiempo de actividades internas | Nivel Investigacion descriptiva y explicativa |
| | ¿Cómo la aplicación del smed mejorara la eficiencia de la maquina prensa en la empresa IndelatEva S.A.C? | Determinar como la aplicación del smed mejora la eficiencia de la maquina prensa en la empresa IndelatEva S.A.C | La aplicación del smed mejora la eficiencia de la maquina prensa en la empresa IndelatEva S.A.C | PRODUCTIVIDAD | Eficiencia | $\% E = (Pr / HH) \times 100$ $E =$ Porcentaje eficiencia $Pr =$ Producción real $HH =$ hora hombre | Diseño Investigacion cuasi experimental | Fichas de observacion |
| | ¿Cómo la aplicación del smed mejorara la eficacia de la maquina prensa en la empresa IndelatEva S.A.C? | Determinar como la aplicación del smed mejora la eficacia de la maquina prensa en la empresa IndelatEva S.A.C | La aplicación del smed mejora la eficacia de la maquina prensa en la empresa IndelatEva S.A.C | | Eficacia | $\% E = (Pr / HM) \times 100$ $E =$ Porcentaje eficacia $Pr =$ Producción real $HM =$ Hora maquina | | Check list |

Anexo 2: Hoja de observación del tiempo

| HOJA DE OBSERVACIÓN DEL TIEMPO | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------|--|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---|---------------------------|---------|
| Fecha | Operación n° | Máquina | Descripción del producto | | | | Inicio de la operación | | Final de la operación | | |
| configuración Elaborada por: | | | | | | | SETUP | |  | | |
| Operador: | | | Personal | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | |
| Z | Actividades Situación Actual | Análisis del tiempo | | Resultado de Actividades (Minutos) | actividades externas | actividades interna | METODOLOGÍA - ANÁLISIS | | | | |
| | | Inicio | Final | | | | Proceso para Eliminar | Proceso para Combinar | Proceso para Modificar | Proceso para Facilitar | |
| 1 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 2 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 3 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 4 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 5 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 6 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 7 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 8 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 9 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 10 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 11 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 12 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 13 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 14 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 15 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 16 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 17 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 18 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 19 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 20 | Actividades externas | 00:00:00 | 01:38:50 | 1:38:50 | | | | | | | |
| 21 | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| SUMA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS... | | | | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |

ANEXO 3: Observación de tiempo -Antes

| HOJA DE OBERVACIÓN DEL TIEMPO | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|------------|-----------|----------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------|---|------------------------|--|
| Fecha | Operación n° | Máquina | | | | Descripción del producto | | | | Inicio de la operación | | Final de la operación | | |
| 03/01/18 | 1 | prensa 6 | | | | Plancha Microporoso | | | | 9:00:00 | | 10:36:38 | | |
| configuración Elaborada por: | | | | | | Arroyo Chunga Carol | | | | SETUP | |  | | |
| Operador: | | | | | | Maquinista, tercero, Montacarguista | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | |
| Z | Actividades Situación Actual | maquinista | terciario | montacarguista | Análisis del tiempo | | Resultado de Actividades (Minutos) | Hombre (externo) | Máquina (interna) | METODOLOGÍA - ANÁLISIS | | | | |
| | | | | | Inicio | Final | | | | Proceso para Eliminar | Proceso para Combinar | Proceso para Modificar | Proceso para Facilitar | |
| 1 | Apagar la maquina | X | | | 00:00:00 | 00:00:05 | 0:00:05 | | X | | | | | |
| 2 | Retirar ultima plancha de la prensa | X | | | 00:00:05 | 00:00:35 | 0:00:30 | | X | | | | | |
| 3 | Avisar y esperar el personal tercero | X | | | 00:00:35 | 00:04:12 | 0:03:37 | X | | | | | | |
| 4 | Indicar actividades a realizar al tercero | | X | | 00:04:12 | 00:05:47 | 0:01:35 | | X | | | | | |
| 5 | Desajustar 4 pernos de adelante | | X | | 00:05:47 | 00:08:22 | 0:02:35 | | X | | | | | |
| 6 | Desajustar 4 pernos de atrás | | X | | 00:08:22 | 00:11:25 | 0:03:03 | | X | | | | | |
| 7 | Abrir prensa | X | | | 00:11:25 | 00:11:44 | 0:00:19 | | X | | | | | |
| 8 | Colocar guantes de seguridad | | X | | 00:11:44 | 00:12:05 | 0:00:21 | X | | | | | | |
| 9 | Retirar los 4 pernos de adelante del molde con la mano | | X | | 00:12:05 | 00:12:48 | 0:00:43 | | X | | | | | |
| 10 | Retirar los 4 pernos de atras del molde con la mano | | X | | 00:12:48 | 00:14:09 | 0:01:21 | | X | | | | | |
| 11 | comunicar al montacarguista | X | | | 00:14:09 | 00:25:34 | 0:11:25 | X | | | | | | |
| 12 | Montacarguista retira el molde de la prensa y los coloca en un | | | X | 00:25:34 | 00:32:06 | 0:06:32 | | X | | | | | |
| 13 | Personal tercero ubica el molde a colocar en la prensa, jala hacia afuera del porta molde. | | X | | 00:32:06 | 00:33:22 | 0:01:16 | X | | | | | | |
| 14 | Montacarguista retira el molde del rack y lo coloca frente a la | | | X | 00:33:22 | 00:34:00 | 0:00:38 | X | | | | | | |
| 15 | Tercero introduce taco de caucho para que el montacarguista pueda retirar el molde del portamolde. | | X | | 00:34:00 | 00:34:10 | 0:00:10 | | X | | | | | |
| 16 | Montacarguista retira el molde del porta molde y lo coloca en la prensa. | | | X | 00:34:10 | 00:35:17 | 0:01:07 | | X | | | | | |
| 17 | Tercero centra el molde | | X | | 00:35:17 | 00:37:50 | | | X | | | | | |
| 18 | Tercero coloca con la mano los 4 pernos cruzados con la mano | | X | | 00:37:50 | 00:45:25 | 0:07:35 | | X | | | | | |
| 19 | Tercero completa en colocar los 4 pernos faltantes con la mano | | X | | 00:45:25 | 00:50:43 | 0:05:18 | | X | | | | | |
| 20 | Tercero ajusta con llave los pernos de forma cruzada. | | X | | 00:50:43 | 00:55:16 | 0:04:33 | | X | | | | | |
| 21 | Tercero regresa herramientas a su lugar. | | X | | 00:55:16 | 00:56:10 | 0:00:54 | | X | | | | | |
| 22 | Maquinista enciende y calienta el molde en la prensa. | X | | | 00:56:10 | 01:38:50 | 0:42:40 | | X | | | | | |
| 23 | | | | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| SUMA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.... | | | | | | | 1:36:17 | 1:19:00 | 0:17:17 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | |

| HOJA DE OBERVACIÓN DEL TIEMPO | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|---|------------------------|--|
| Fecha | Operación n° | Máquina | | | Descripción del producto | | | | Inicio de la operación | | Final de la operación | | |
| 18/01/18 | 1 | prensa 6 | | | Plancha Microporoso | | | | 10:30:00 | | 11:48:17 | | |
| configuración Elaborada por: | | | | Arroyo Chunga Carol | | | | | SETUP | |  | | |
| Operador: | | | Maquinista, Montacarguista | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | |
| Z | Actividades Situación Actual | maquinista | montacarguista | Análisis del tiempo | | Resultado de Actividades (Minutos) | Hombre (externo) | Máquina (interna) | METODOLOGÍA - ANÁLISIS | | | | |
| | | | | Início | Final | | | | Proceso para Eliminar | Proceso para Combinar | Proceso para Modificar | Proceso para Facilitar | |
| 1 | Apagar la maquina | X | | 00:00:00 | 00:00:05 | 0:00:05 | | X | | | | | |
| 2 | Retirar ultima plancha de la prensa | X | | 00:00:05 | 00:00:25 | 0:00:20 | | X | | | | | |
| 3 | Traer Herramientas | X | | 00:00:25 | 00:00:40 | 0:00:15 | | X | | | | | |
| 3 | Desajustar 4 pernos de adelante | X | | 00:00:40 | 00:03:11 | 0:02:31 | | X | | | | | |
| 4 | Desajustar 4 pernos de atrás | X | | 00:03:11 | 00:06:15 | 0:03:04 | | X | | | | | |
| 5 | Retirar los 4 pernos de adelante del molde con la mano | X | | 00:06:15 | 00:06:58 | 0:00:43 | | X | | | | | |
| 6 | Retirar los 4 pernos de atras del molde con la mano | X | | 00:06:58 | 00:08:19 | 0:01:21 | | X | | | | | |
| 7 | Montacarguista retira el molde de la prensa y los coloca en un | | X | 00:08:19 | 00:14:51 | 0:06:32 | | X | | | | | |
| 8 | Maquinista introduce taco de caucho para que el montacarguista pueda retirar el molde del portamolde. | X | | 00:14:51 | 00:15:01 | 0:00:10 | | X | | | | | |
| 9 | Montacarguista retira el molde del porta molde y lo coloca en la prensa. | | X | 00:15:01 | 00:15:39 | 0:00:38 | | X | | | | | |
| 10 | Maquinista centra el molde | X | | 00:15:39 | 00:18:12 | 0:02:33 | | X | | | | | |
| 11 | Maquinista coloca con la mano los 4 pernos cruzados con la m | X | | 00:18:12 | 00:25:47 | 0:07:35 | | X | | | | | |
| 12 | Maquinista completa en colocar los 4 pernos faltantes con la n | X | | 00:25:47 | 00:31:04 | 0:05:17 | | X | | | | | |
| 13 | Maquinista ajusta con llave los pernos de forma cruzada. | X | | 00:31:04 | 00:35:37 | 0:04:33 | | X | | | | | |
| 14 | Maquinista enciende y calienta el molde en la prensa. | X | | 00:35:37 | 01:18:17 | 0:42:40 | | X | | | | | |
| 15 | | | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | 0:00:00 | | | | | | | |
| SUMA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.... | | | | | | 1:18:17 | | | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | |

Anexo 5: Registro de indicadores de producción

[illegible]

Anexo 6: Validaciones de Instrumentos / Variable Independent



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE SMED

| Nº | VARIABLE / DIMENSION | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Variable independiente SMED | | | | | | | |
| | Dimensión 1 ACTIVIDADES INTERNAS | | | | | | | |
| | Indicador | | | | | | | |
| | $\%TAI = \frac{TT - TAE}{TT} \times 100$ <p>%TAI= Porcentaje de Tiempo de actividades internas TT= Tiempo total</p> <p>TAE= Tiempo de actividades externas</p> | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | Dimensión 2 ACTIVIDADES EXTERNAS | SI | NO | SI | NO | SI | NO | |
| | Indicador | | | | | | | |
| | $\%TAE = \frac{TT - TAI}{TT} \times 100$ <p>%TAE= Porcentaje de Tiempo de actividades externas</p> <p>TT= Tiempo Total</p> <p>TAI= Tiempo de actividades internas</p> | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [☐] No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Freddy A. Ramos Chaves DNI: 07823251

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

LIMA, 20 de Septiembre del 2017

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE SMED

| Nº | VARIABLE / DIMENSION | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Variable independiente SMED | | | | | | | |
| | Dimensión 1 ACTIVIDADES INTERNAS | | | | | | | |
| | Indicador | | | | | | | |
| | $\%TAE = \frac{TT - TAE}{TT} \times 100$ <p>%TAE= Porcentaje de Tiempo de actividades internas TT= Tiempo total TAE= Tiempo de actividades externas</p> | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | Dimensión 2 ACTIVIDADES EXTERNAS | SI | NO | SI | NO | SI | NO | |
| | Indicador | | | | | | | |
| | $\%TAE = \frac{TT - TAE}{TT} \times 100$ <p>%TAE= Porcentaje de Tiempo de actividades externas TT= Tiempo Total TAE= Tiempo de actividades internas</p> | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. Roberto Lequian DNI: 08634386

Especialidad del validador: Mg. INDEPENDENCIA, MBS, Dr

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

LIMA, 20 de Septiembre del 2017

[Firma]
Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE SMED

| N° | VARIABLE / DIMENSION | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Variable independiente SMED | | | | | | | |
| | Dimensión 1 ACTIVIDADES INTERNAS | | | | | | | |
| | Indicador | | | | | | | |
| | $\%TAI = \frac{TT-TAE}{TT} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | %TAI= Porcentaje de Tiempo de actividades internas TT= Tiempo total | | | | | | | |
| | TAE= Tiempo de actividades externas | | | | | | | |
| | Dimensión 2 ACTIVIDADES EXTERNAS | SI | NO | SI | NO | SI | NO | |
| | Indicador | | | | | | | |
| | $\%TAE = \frac{TT-TAI}{TT} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | %TAE= Porcentaje de Tiempo de actividades externas | | | | | | | |
| | TT= Tiempo Total | | | | | | | |
| | TAI= Tiempo de actividades internas | | | | | | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

DR. JORGE RAFAEL DIAZ DUMONT

DNI:

08698815

Especialidad del validador:

ING. INSTRUMENTAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Dr. Jorge Rafael Diaz Dumont
PhD - Pos Doctorate
DNI. 08698815

LIMA, 20 de Septiembre del 2017

Firma del Experto Informante.

Anexo 7: Validaciones de Instrumentos / Variable Dependiente

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

| N° | VARIABLE / DIMENSION | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Variable dependiente PRODUCTIVIDAD | | | | | | | |
| | Dimensión 1 EFICIENCIA | | | | | | | |
| | Indicador | | | | | | | |
| | $\%E = \frac{Pr \times 100}{H H}$ <p>E= porcentaje eficiencia Pr= Producción real HH= hora hombre</p> | | | | | | | |
| | Dimensión 2 EFICACIA | | | | | | | |
| | Indicador | | | | | | | |
| | $\%E = \frac{Pr \times 100}{H M}$ <p>E = Porcentaje de eficacia Pr = Producción real H M= Hora Maquina</p> | | | | | | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Fredy Ramos Marada DNI: 0782325

Especialidad del validador: Ing. Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

LIMA, 15 de Septiembre del 2017

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

| Nº | VARIABLE / DIMENSION | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Variable dependiente PRODUCTIVIDAD | | | | | | | |
| | Dimensión 1 EFICIENCIA | | | | | | | |
| | Indicador | | | | | | | |
| | $\%E = \frac{Pr \times 100}{HH}$ <p>E= porcentaje eficiencia Pr= Producción real HH= hora hombre</p> | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | Dimensión 2 EFICACIA | | | | | | | |
| | Indicador | | | | | | | |
| | $\%E = \frac{Pr \times 100}{H M}$ <p>E = Porcentaje de eficacia Pr = Producción real H M= Hora Maquina</p> | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: DAVID ROHIS CENDAS DNI: 0863480

Especialidad del validador: ING INDUSTRIAL, MBA, B

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

LIMA, 20 de Septiembre del 2017



 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

| N° | VARIABLE / DIMENSION | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Variable dependiente PRODUCTIVIDAD | | | | | | | |
| | Dimensión 1 EFICIENCIA | | | | | | | |
| | Indicador | | | | | | | |
| | $\%E = \frac{Pr \times 100}{H H}$ <p>E= porcentaje eficiencia Pr= Producción real HH= hora hombre</p> | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | Dimensión 2 EFICACIA | | | | | | | |
| | Indicador | | | | | | | |
| | $\%E = \frac{Pr \times 100}{H M}$ <p>E = Porcentaje de eficacia Pr = Producción real H M= Hora Maquina</p> | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. Jorge Rafael Diaz Dumont DNI: 08698815

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

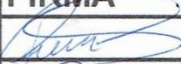


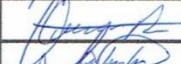



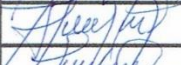
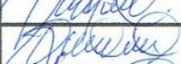
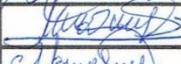





Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

LIMA, 20 de Septiembre del 2017


Dr. Jorge Rafael Diaz Dumont
PhD - Pos Doctorate
DNI. 08698815

Firma del Experto Informante.


Anexo 8: Asistencia de capacitación

| 1° CLASE | CLASE: CONTROL DE MAQUINA Y MANEJO | |
|----------|------------------------------------|---|
| ITEM | NOMBRE Y APELLIDO | FIRMA |
| 1 | Gonzales Mayta Aurelio |  |
| 2 | Reales Benitez Edgar |  |
| 3 | TEREZ SOLIVAR ROBER |  |
| 4 | Garcia Rojas Ruben |  |
| 5 | FLORES Cordoba ELIAS |  |
| 6 | Flores Rodriguez CESAR |  |
| 7 | Sanchez Lino FABRIZIO |  |
| 8 | Santos Rodriguez Jaime |  |
| 9 | GUTIERNEZ GUTIERREZ JOSE. |  |
| 10 | Lozano Sanchez Elias |  |
| 11 | Casas del Valle Walter |  |
| 12 | Yumbato Orleans |  |
| 13 | Espinoza Poma Ramiro |  |
| 14 | Solis Munoz Lenin |  |
| 15 | Sarmiento Jara OSCAR |  |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |
| 27 | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| 30 | | |

Anexo 9: Pantallazo del Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
Secure | https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1049366290&lang=es&o=990622662&s=1

feedback studio | ARROYO.docx | /0 | 7 de 8



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO
DE PRENSADO DE MICROPOROSO EN LA EMPRESA INDELAT EVA SAC,
INDEPENDENCIA, LIMA 2017-2018
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA:
ARROYO CHUNGA, CAROL

ASESOR:
MGRT. REINOSO VASQUEZ GEORGE

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Resumen de coincidencias

12 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

| Coincidencias | | |
|------------------------|---------------------------|------|
| 1 | industrialopusnova.blo... | 1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 2 | repositorio.uss.edu.pe | 1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 3 | Entregado a Universida... | 1 % |
| Trabajo del estudiante | | |
| 4 | repositorio.unh.edu.pe | 1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 5 | es.scribd.com | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 6 | cybertesis.ubiobio.cl | <1 % |
| Fuente de Internet | | |
| 7 | cd.dgb.uanl.mx | <1 % |
| Fuente de Internet | | |

Página: 1 de 145 | Número de palabras: 19900 | Text-only Report | High Resolution | Activado

recibo_ARROYO.d....pdf

ESP 10:21 a. m. 3/2018

Anexo 10: Evidencias







Yo, LEONIDAS MANUEL BRAVO ROJAS, Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: "APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PRENSADO DE MICROPOROSO EN LA EMPRESA INDELAT EVA SAC, INDEPENDENCIA, LIMA 2017-2018", del estudiante ARROYO CHUNGA, Carol Lissette; tiene un índice de similitud de 12 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 21 Noviembre del 2018



Dr. LEONIDAS M. BRAVO ROJAS
 Coordinador de Investigación de la EP de
 Ingeniería Industrial

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

ARROYO CHUNGA CAROL LISSETTE

D.N.I. : 47148363

Domicilio : Av. Túpac Amaru km 21- Los Algarrobos Mz C Lt 06 -
Carabayllo

Teléfono : Fijo : Móvil : 928 180 574

E-mail : caritoarroyoc@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

☒ Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA

Escuela : INGENIERIA INDUSTRIAL Y EMPRESARIAL

Carrera : INGENIERIA INDUSTRIAL

Título : INGENIERIA INDUSTRIAL

☐ Tesis de Post Grado

☐ Maestría

☐ Doctorado

Grado :

Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

ARROYO CHUNGA CAROL LISSETTE

Título de la tesis:

APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL
PROCESO DE PRENSADO DE MICROPOROSO EN LA EMPRESA
INDELAT EVA SAC, INDEPENDENCIA, LIMA 2017-2018

Año de publicación : 2018 - I

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha :

22/11/18



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
EP DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ARROYO CHUNGA CAROL LISSETTE

INFORME TITULADO:

“APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL
PROCESO DE PRENSADO DE MICROPOROSO EN LA EMPRESA
INDELAT EVA SAC, INDEPENDENCIA, LIMA 2017-2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 12 10 7 1 2018

NOTA O MENCIÓN: _____



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO

DE PRENSADO DE MICROPOROSO EN LA EMPRESA INDUSTRIAL EVA S.A.C.

INDEPENDENCIA, LIMA 2017-2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA:

ARROYO CIJUNGA, CAROL

ASESOR:

MGRT. REINOSO VÁSQUEZ GEORGE

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:



[Handwritten signature]